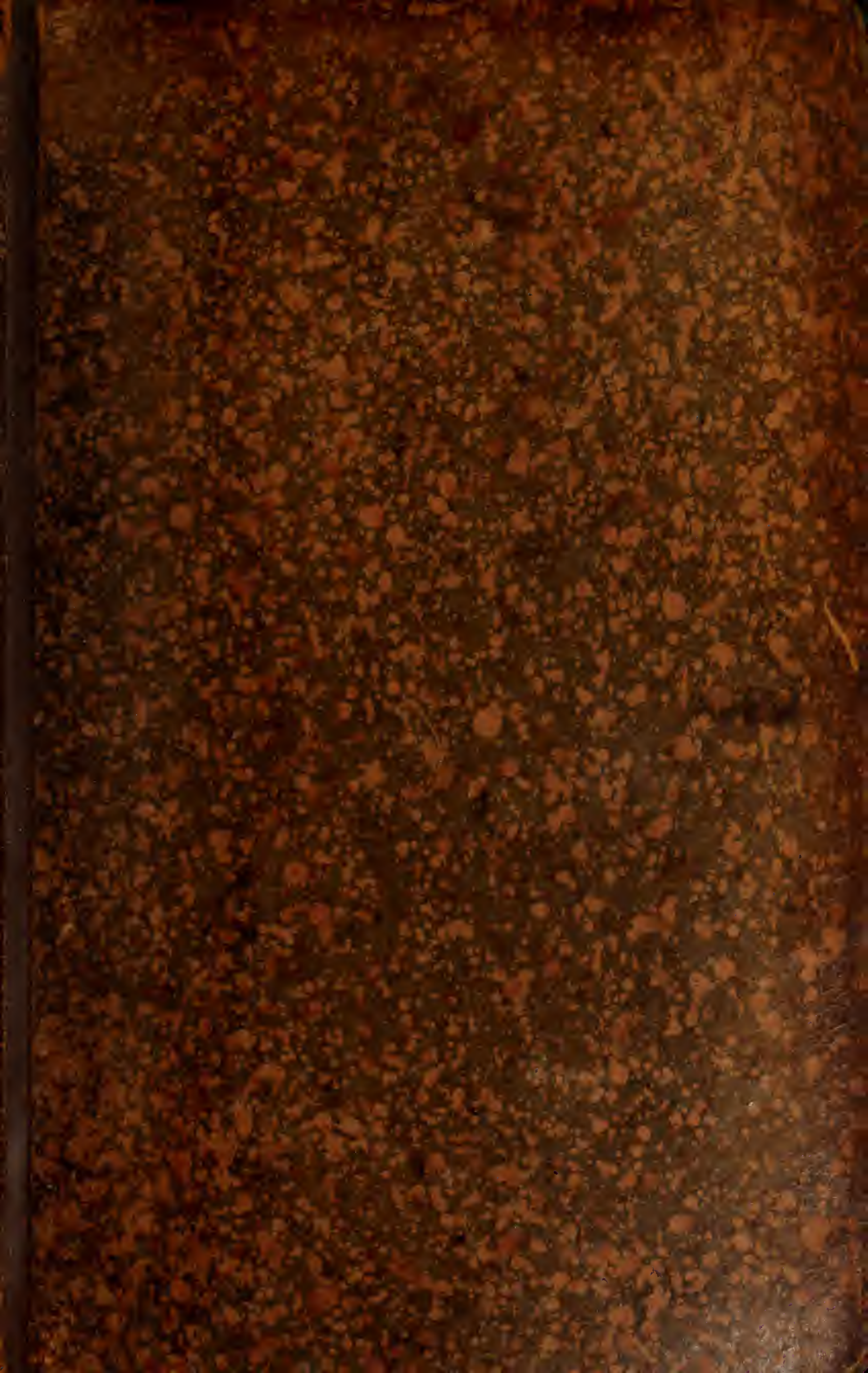



ASSOCIATED MEDICAL SERVICES INCORPORATED
MEDICAL CARE BY PREPAYMENT

ANNALES DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

Le prix eſt de 3 liv. 12 ſ. le volume broché.

ANNALES DE CHIMIE;

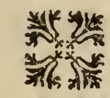
OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

Par MM. DE MORVEAU, LAVOISIER, MONGE, BERTHOLLET, DE FOURCROY, *le Baron* DE DIETRICH, HASSENFRATZ & ADET.

TOME TROISIÈME.



A PARIS,

RUE ET HÔTEL SERPENTE.

Et se trouve à LONDRES,

Chez JOSEPH DE BOFFE, Libraire, Gerard-Street, N°. 7 Soho.

M. DCC. LXXXIX.

Sous le Privilege de l'Académie.



ANNALES DE CHIMIE;

OU

RECUEIL DE MÉMOIRES

CONCERNANT LA CHIMIE ET LES ARTS QUI EN DÉPENDENT.

EXPOSITION ABRÉGÉE DE LA THÉORIE DE LA STRUCTURE DES CRISTAUX;

Par M. l'Abbé HAUY.

UNE des causes principales qui ont fait négliger pendant long-tems l'étude des cristaux, est sans doute l'espèce de confusion qui naît au premier coup-d'œil des continuelles variations de forme que subissent ceux qui appartiennent à une même espèce. La difficulté de

ſe reconnoître au milieu de toutes ces variations étoit d'autant plus grande, que quelquefois les ſimples nuances qui modifient les formes ne ſembloient pas moins s'oppoſer à leur rapprochement, que les contraſtes même qui ne laiſſoient appercevoir entr'elles aucun terme ſenſible de comparaiſon. Par exemple, parmi les criſtaux de carbonate de chaux (ſpath calcaire) il s'en trouve qui ont la figure d'un rhomboïde, c'eſt-à-dire, d'un ſolide, terminé par ſix rhombes égaux & ſemblables, & cette figure conſidérée dans diverſes variétés du même ſpath, a trois meſures d'angles très-différentes. D'autres criſtaux de la même eſpèce, ſont des priſmes droits qui ont pour baſes deux hexagones réguliers; quelques-uns ont douze faces pentagonales, &c. chacune de ces variétés n'a rien de commun à l'extérieur avec telle autre variété, & ſemble annoncer une métamorphoſe complette de la ſubſtance dont elle eſt compoſée. Ainſi, la conſidération des formes, ce point de vue ſi avantageux, lorſqu'il s'agit de zoologie & de botanique, en ce qu'il offre des rapports fixes & conſtans entre les êtres qu'embraſſent ces deux ſciences, ne paroît d'abord conduire relativement aux minéraux qu'à des réſultats vagues, & peu propres à répandre du jour ſur l'étude de ces productions de la nature.

Cependant, lorſqu'on ne ſe borne plus à l'examen iſolé de ces formes qui ne ſont que comme autant d'enveloppes, par rapport aux ſubſtances minérales, & que l'on pénètre dans le méchaniſme même de la ſtructure cachée ſous ces enveloppes, on découvre des points communs qui lient ces différentes formes les unes aux autres; on y reconnoît des loix ſimples & régulières auxquelles l'auteur de la nature a ſoumis leurs diverſes modifications; on parvient enfin à en ſimplifier l'étude en la généraliſant, & en enchaînant tous les réſultats particuliers à un premier fait dont ils ne ſont que les dépendances. La théorie qui naît de cette manière d'enviſager les criſtaux ne ſe réduit pas même à expliquer leurs métamorphoſes, elle fournit de plus des caractères ſenſibles & conſtans qui peuvent être employés utilement dans un grand nombre de cas pour diſtinguer un minéral d'avec les autres.

Tel eſt l'objet vers lequel M. Haüy a dirigé ſes recherches. Il a déjà publié une partie de ſon travail dans un ouvrage qui a pour titre, *Eſſai d'une théorie ſur la ſtructure des criſtaux*; mais depuis l'impreſſion de cet ouvrage, il a communiqué à l'académie, dans différens mémoires, une ſuite de réſultats dont les uns préſentent de nouvelles explications de ſa théorie,

& le autres des vues qui tendent à la généraliser. Nous allons exposer ici la série de ses idées autant qu'il est possible de le faire, sans le secours du calcul & des figures géométriques.

Pour le peu qu'on ait l'habitude de voir des minéraux, on remarque souvent que leurs fractures présentent des faces lisses & brillantes, en sorte qu'on ne peut douter que ces faces n'indiquent les joints naturels des lames qui composent ces minéraux. C'est en suivant ces joints, en les multipliant par des fractures ou des coupes faites en différens sens, que M. l'abbé Haüy est parvenu aux observations qui servent de base à sa théorie.

Il a trouvé que les cristaux qui appartenoient à une même substance, étoient divisibles à l'aide d'un moyen méchanique, de manière que les sections qui offroient le poli de la nature, avoient toujours une même disposition respective; & cette disposition est tellement déterminée, que si l'on essaie d'entamer le cristal dans d'autres sens, on ne trouve plus aucun joint, on n'obtient que des fragmens irréguliers, on brise, en un mot, plutôt que de diviser. Or, par une suite nécessaire de cette observation, tous les cristaux d'une même espèce, quelque variées, quelque disparates même que soient leurs formes, peuvent être réduits à l'aide de divisions faites

ſemblablement ſur leurs parties oppoſées, & dirigées ſuivant les joints de leurs lames en un ſolide inſcrit dans le criſtal auquel il ſert comme de noyau, & dont la forme eſt invariable relativement à l'eſpèce entière.

Cette conſtance de la figure du noyau perſiſte au milieu de tous les mélanges qui peuvent altérer la pureté de la matière criſtalline. Ainſi, le grès rhomboïdal de Fontainebleau dont la criſtalliſation eſt déterminée par la matière calcaire qui accompagne celle du quartz, a ſon noyau parfaitement ſemblable à celui des criſtaux homogènes du même ſpath ; & en général dans tous ces criſtaux (il en faut dire autant des autres eſpèces), les angles du noyau, qui eſt un rhomboïde de la forme du ſpath d'Iſlande, ne varient pas de la plus petite quantité qu'il ſoit poſſible d'apprécier. Or, ce fait, donné par une obſervation nette & à l'abri de toute équivoque, ſuffit à l'auteur pour établir ſa théorie, indépendamment de toute circonſtance particulière, comme on en jugera par les détails dans leſquels nous entrerons bientôt.

Ainſi, pour nous renfermer toujours dans le même exemple, veut-on parvenir au noyau du ſpath en priſme hexagonale, il faudra diviſer ce ſpath ſur trois arêtes priſes alternativement à chaque extrêmité du priſme, de manière que

les diviſions faites à une extrêmité correſpondent aux arêtes non diviſibles de l'extrêmité oppoſée. Pour retrouver le même noyau dans le ſpath à ſommets très-obtus connus ſous le nom de *lenticulaire*, on partira des deux ſommets en faiſant paſſer les ſections ſur les petites diagonales des faces : au contraire, s'il s'agit du ſpath rhomboïdal à ſommets aigus auquel le grès criſtalliſé eſt ſemblable, on dirigera les plans coupans parallèlement aux arêtes contigues aux ſommets.

Si l'on prend un criſtal d'une autre nature, tel qu'un cube de fluate calcaire (ſpath fluor), le noyau aura une forme toute différente ; ce ſera un octaëdre régulier auquel on parviendra en abattant les huit angles ſolides par autant de ſections qui donneront des faces parallèles à celles de l'octaëdre. Dans le ſulfure de plomb ou la galène, au contraire, l'octaëdre qui n'eſt qu'une forme ſecondaire, donnera un noyau cubique à l'aide des ſections faites ſur les ſix angles ſolides, parallèlement aux arêtes oppoſées à ces angles.

Ces ſolides inſcrits chacun dans tous les criſtaux d'une même eſpèce, ſont regardés avec raiſon par l'auteur comme les formes primitives de ces eſpèces. Il avoue que les minéraux ne ſont pas toujours ſuſceptibles d'être diviſés mé-

chaniquement ; il y en a cependant un beaucoup plus grand nombre qui s'y prêtent qu'il ne l'avoit cru d'abord. Il est parvenu à sous-diviser le cristal de roche, le diamant, la plupart des cristaux gemmes, les pyrites & d'autres substances qui au premier coup-d'œil paroissoient avoir trop de dureté pour permettre de séparer leurs lames composantes. Et quant aux cristaux qui se sont montrés rébelles jusqu'ici aux efforts qu'il a faits pour y trouver des joints naturels, il a remarqué que leur surface ou même le rapport de leurs différentes formes offroit souvent des indices de leur structure, & qu'en raisonnant d'après l'analogie avec d'autres cristaux divisibles, on pouvoit déterminer cette structure, au moins avec une très-grande vraisemblance.

M. l'abbé Haüy donne le nom de *formes secondaires* à toutes les formes cristallines qui diffèrent de la forme primitive, & dont le nombre déjà considérable, d'après les connoissances que nous avons sur les minéraux, peut s'accroître encore de beaucoup, à en juger par les résultats de la théorie.

Le solide de forme primitive que l'on obtient à l'aide de l'opération que nous avons indiquée, peut être sous-divisé parallèlement à ses différentes faces. Toute la matière enveloppante est pareillement divisible par des

ſections parallèles aux faces de la forme primitive. Or, comme toutes ces ſections qui ont, comme on l'a dit, le poli de la nature, paſſent néceſſairement entre des faces de molécules intégrantes, il en réſulte qu'elles peuvent ſervir à déterminer, du moins dans un grand nombre de cas, la figure de ces molécules. Car les ſections dont il s'agit ſe faiſant toujours dans les mêmes ſens, il eſt clair que les parties qu'elles détachent ſont ſimilaires, & ne diffèrent que par leur volume qui va en diminuant à meſure que l'on pouſſe la diviſion plus loin. Or, cette diviſion a une limite paſſé laquelle on arriveroit à des particules ſi petites, qu'on ne pourroit plus les ſous-diviſer ſans les analyſer, c'eſt-à-dire, ſans détruire la nature de la ſubſtance. L'auteur arrête la théorie à cette limite, & conſidère les corpuſcules que celle-ci donneroit, ſi nos inſtrumens & nos organes étoient aſſez délicats pour nous permettre d'y atteindre, comme les molécules intégrantes de la ſubſtance, c'eſt-à-dire, *les plus petites parties d'un corps qui ſoient de la même nature que le tout.*

Lorſque le noyau eſt un parallélipipède, c'eſt-à-dire, un ſolide qui a ſix faces parallèles, deux à deux, comme le cube, le rhomboïde, &c. & que ce ſolide n'admet point d'autres diviſions que celles qui ſe font dans le ſens

de ses faces, il est clair que les molécules qui résultent de la sous-division, tant du noyau que de la matière enveloppante, sont semblables à ce noyau. Dans les autres cas, la forme des molécules diffère de celle du noyau. Nous considérerons d'abord le premier cas comme étant le plus simple & le plus ordinaire.

La forme primitive & celle des molécules intégrantes étant déterminées d'après la dissection des cristaux, il falloit chercher les loix suivant lesquelles ces molécules étoient combinées pour produire autour de la forme primitive ces espèces d'enveloppes terminées si régulièrement, & d'où résultoient des polyëdres géométriques si différens entr'eux dans la même espèce de cristallisation.

Ce qu'il y a de plus important dans le travail de l'auteur, & ce qui fait l'essence de sa théorie, consiste dans la détermination de ces loix & de la mesure précise des actions qu'elles exercent. Or, tel est le méchanisme de la structure soumise à ces loix, que toutes les parties du cristal secondaire surajoutées au noyau sont formées de lames qui décroissent régulièrement par des soustractions d'une ou de plusieurs rangées de molécules intégrantes, en sorte que la théorie détermine le nombre de ces rangées, & par une suite nécessaire, la forme exacte du cristal secondaire.

Pour donner une idée de ces décroissemens, l'auteur choisit d'abord un exemple très-élémentaire autant par la simplicité de la forme des molécules que par celle de la marche qui en résulte pour la cristallisation. Que l'on se représente un cube composé d'une multitude de petits cubes, & dont chaque face porte une pyramide quadrangulaire appliquée par sa base sur cette même face. Concevons de plus ces pyramides comme formées de lames quarrées décroissantes, empilées les unes sur les autres, depuis la base jusqu'au sommet. Imaginons enfin que ces lames soient elles-mêmes des assemblages de petits cubes égaux à ceux qui composent le noyau, & que de plus elles soient disposées en retraite, de manière que chacune ait vers ses quatre bords une rangée de cubes de moins que celle qui est placée immédiatement au-dessous. Il est aisé de voir que dans ce cas les faces des pyramides ne seront pas des plans continus, mais formeront des angles alternativement rentrans & saillans, à peu près comme ceux que forment les degrés d'un escalier; & si l'on suppose que les cubes composans soient d'une extrême ténuité, ces espèces de cannelures pourront devenir nulles pour nos sens, en sorte que les faces des pyramides paroîtront lisses & polies : ces pyramides étant

au nombre de six, donneront vingt-quatre triangles pour la surface du polyëdre circonscrit au cube. Mais l'auteur fait voir que dans le cas où les lames décroissent comme ici par une seule rangée sur leur contour, les faces adjacentes dans les pyramides voisines se trouvent de niveau deux à deux, en sorte que les vingt-quatre triangles se réduisent à douze rhombes égaux & semblables qui composent la surface du polyëdre secondaire. Voilà donc un dodécaëdre à plans rhombes qui auroit pour noyau un cube, & qui seroit dans sa totalité un assemblage de petits cubes disposés entr'eux d'après une loi de décroissement très-simple & très-régulière. Ce dodécaëdre que l'auteur ne propose que comme exemple, seroit semblable à celui du grenat par sa forme extérieure. Mais ce dernier, ainsi que nous le verrons, a une structure toute différente, qui est une de celles qui marquent le plus dans la théorie.

Si l'on suppose que les lames décroissent par deux rangées au lieu d'une seule, alors les pyramides produites autour du cube central étant plus surbaissées, & leurs faces adjacentes ne pouvant plus se trouver deux à deux sur le même plan, la surface du solide secondaire sera composée de vingt-quatre triangles isocèles, tous inclinés entr'eux.

Il peut arriver que les lames appliquées sur le noyau cubique décroissent par une seule rangée vers deux de leurs bords parallèles entr'eux, & par deux rangées vers les deux autres bords. Alors la marche des décroissemens étant plus rapide dans un sens que dans l'autre, les parties surajoutées au noyau ne se termineront plus en pointe, mais en arête; & l'auteur prouve que dans ce cas le polyèdre secondaire aura douze faces pentagonales. Cette structure est celle du sulfure de fer (la pyrite martiale) dodécaëdre, & de la mine de cobalt arsenicale de la même forme. Aussi les cristaux de l'une & de l'autre, sur-tout ceux de la dernière, se divisent-ils très-nettement par des coupes parallèles aux faces d'un cube, & faites dans le sens indiqué par la loi des décroissemens (*a*).

Mais les décroissemens qui se font sur les bords des lames composantes ne suffisent pas pour rendre raison de toutes les formes secondaires que présente la cristallisation. L'observation prouve qu'il se fait aussi des décroissemens dans des directions parallèles aux diagonales. Imaginons une lame quarrée composée d'une

(*a*) Mémoires de l'académie des sciences, année 1785, page 213 & suivantes.

multitude de petits cubes égaux entr'eux. De même que l'on peut considérer des rangées ou des files de cubes parallèles aux côtés, on pourra aussi en concevoir qui feront parallèles aux diagonales; toute la différence consiste en ce que dans les premières rangées les cubes s'appliquent exactement les uns contre les autres par leurs faces latérales, au lieu que dans les secondes, ils se touchent seulement par leurs arêtes latérales; en sorte que chaque côté de la rangée forme une surface continument anguleuse qui présente l'aspect d'une dentelure. Or, si l'on suppose que les lames appliquées sur un noyau cubique décroissent par une seule rangée dans des directions parallèles aux diagonales, M. l'abbé Haüy fait voir que dans ce cas le solide secondaire devient un octaèdre régulier dont les faces sont tellement situées, que leurs centres se confondent avec les angles solides du noyau qui sont ici les points de départ relativement aux décroissemens. Cette structure a lieu dans le sulfure de fer octaèdre & dans le sulfure de plomb de même figure. La loi de décroissement dont il s'agit ici, combinée avec celle d'où résulte le sulfure de fer ou la pyrite à douze faces pentagonales dont nous avons parlé plus haut, change cette pyrite en un polyèdre à vingt faces triangulaires, dont

douze iſocèles & huit équilatérales, comme le prouvent à la fois la théorie & l'obſervation (*a*).

C'eſt aux loix de décroiſſemens qui viennent d'être expoſées & à d'autres ſemblables que tiennent toutes les variations de forme que ſubiſſent les criſtaux d'une même ſubſtance. Tantôt les décroiſſemens ſe font parallèlement aux bords & ſuivant une même loi, ſur toutes les parties du noyau, comme dans le premier exemple cité; tantôt il n'y a de décroiſſemens que ſur certains bords ſemblablement ſitués, comme dans le carbonate de chaux (ſpath calcaire) à douze faces triangulaires, ſcalènes (*b*); tantôt le paſſage de la forme primitive à la forme ſecondaire ſe fait par des décroiſſemens parallèles aux diagonales, ou ſeulement à l'une d'entr'elles; tantôt enfin les décroiſſemens parallèles aux bords ſe combinent avec ceux qui ſont parallèles aux diagonales, comme dans le ſulfure de fer icoſaëdre dont nous avons parlé, dans pluſieurs variétés du feld-ſpath (*c*), du ſchorl (*d*), &c.

(*a*) Mémoires de l'académie des ſciences, année 1785.

(*b*) Eſſai d'une théorie, &c. page 100.

(*c*) Mémoires de l'académie, année 1784.

(*d*) *Ibid.* année 1787.

Si le nombre des rangées soustraites étoit très-variable ; la multitude des formes possibles dans chaque espèce seroit immense, & auroit de quoi effrayer l'imagination ; mais ce nombre paroît être très-limité. Presque toujours les soustractions se font par une ou deux rangées de molécules, rarement par trois ou par quatre ; on n'en a point encore observé qui aillent au-delà, & cependant malgré ce cercle étroit, on trouve en se bornant aux décroissemens les plus ordinaires, c'est-à-dire, à ceux qui ont lieu par une ou deux rangées, que le spath-calcaire, par exemple, est susceptible de 1019 formes différentes (*a*), nombre qui l'emporte plus de vingt-cinq fois sur celui des formes connues.

Cette théorie est prouvée non-seulement par l'accord de ses résultats avec ceux que donne l'observation des différens angles, plans ou solides des cristaux, & par la division méchanique de ceux-ci qui se fait toujours dans le sens qu'indique le calcul, mais encore par les stries qui sillonnent les faces des formes secondaires, lorsque leur cristallisation ne s'est point opérée avec toute la précision & tout le fini dont elle est susceptible. On saisit aisément la raison de

---

(*a*) Essai d'une théorie, &c. page 216.

ces ſtries, d'après ce que nous avons dit de la diſpoſition des lames en retraite les unes au-deſſus des autres. Les directions des mêmes ſtries peuvent aider auſſi à déterminer la ſtructure des criſtaux qui ſe refuſent à la diviſion mécanique.

Dans tout ce qui précède, l'auteur n'a en vue que d'expoſer les loix de la ſtructure, & il eſt bien éloigné de penſer que la formation des criſtaux s'opère dans le même ordre, c'eſt-à-dire, par exemple, qu'un octaëdre de ſulfure de plomb ou galène ait commencé par être un cube d'un volume proportionné à celui de cet octaëdre, & qui ſe feroit accru par des additions de lames ſucceſſives, en paſſant par tous les degrés compris entre le cube & l'octaëdre; il penſe au contraire que cet octaëdre de tel volume ſenſible qu'on le ſuppoſe, a commencé par être un octaëdre imperceptible compoſé du moindre nombre de molécules poſſible, qui avoit déjà pour noyau un cube élémentaire, & qu'enſuite l'octaëdre s'eſt accru parallèlement à ſes différentes faces par des additions de nouvelles molécules cubiques, en même-tems que le cube central s'accroiſſoit auſſi, en ſorte que la ſtructure du criſtal reſtoit la même. L'auteur a développé cette idée dans le dernier article de ſon eſſai.

Le rhomboïde étant de toutes les formes primitives

primitives la plus féconde en applications, M. l'abbé Haüy a exposé dans un de ses mémoires (*a*) la théorie des cristaux de cette forme en la généralisant à l'aide d'un petit nombre de formules analytiques dont il fait sortir les divers résultats auxquels s'étend cette théorie. Il détermine ainsi successivement les cas où le rhomboïde primitif peut être changé en un autre rhomboïde ou plus obtus, ou plus aigu, selon la loi des décroissemens, ceux où le cristal secondaire devient un dodécaëdre, ceux où il a des faces soit perpendiculaires, soit parallèles à l'axe, &c. L'auteur fait en même-tems l'application des résultats de la théorie aux différentes cristallisations qui les réalisent.

Cette théorie fait voir de plus que deux cristaux composés des mêmes molécules peuvent avoir la même forme avec deux structures différentes, en vertu de deux modifications de la loi des décroissemens; & ce qui est encore plus singulier, qu'une forme entièrement semblable à celle du noyau, peut aussi être produite par une loi simple de décroissemens. Enfin, il suit des principes de la théorie, que tous les rhomboïdes primitifs connus jusqu'ici, comme

(*a*) Mémoires de l'académie, année 1788.

ceux du ſpath calcaire, du criſtal de roche, du ſchorl, du ſpath adamantin, &c. ont leurs diagonales dans un tel rapport, qu'il ſeroit abſolument poſſible que le cube fût une de leurs formes ſecondaires. Mais les décroiſſemens néceſſaires pour produire cette forme s'écartent tellement des loix ordinaires, que ces ſortes de cas doivent être extrêmement rares ſi toutefois ils exiſtent dans la nature.

Nous avons dit que la forme des molécules intégrantes pouvoit différer de celle du noyau; c'eſt ce qui arrive, par exemple, dans le grenat & le ſchorl, où le rhomboïde auquel on parvient par une première diviſion du criſtal, peut être ſous-diviſé par trois nouvelles coupes faites ſur les petites diagonales des faces oppoſées, d'où réſultent ſix tétraëdres dont l'aſſortiment compoſe le rhomboïde, & qui repréſentent les molécules intégrantes.

M. l'abbé Haüy n'a trouvé juſqu'ici que ſix formes primitives ou ſix noyaux différens que l'on obtient par des ſections faites ſemblablement ſur les angles ſolides ou les arêtes des criſtaux ſecondaires. Ces formes, dont pluſieurs varient par la meſure de leurs angles, ſuivant les eſpèces de minéraux, ſont le parallélipipède, le dodécaëdre à plans rhombes, l'octaëdre, le tétraëdre, le dodécaëdre à plans trian-

gulaires iſocèles, & le priſme droit hexagonal. L'auteur obſerve à ce ſujet que la forme primitive n'eſt qu'une eſpèce de donnée priſe dans la théorie, quoique toujours d'après l'indication de la nature, & très-commode pour la ſolution des problêmes, en ce qu'elle préſente comme une baſe commune ſur laquelle s'élèvent les conſtructions des diverſes formes ſecondaires relatives à une même eſpèce de molécule intégrante. Quant aux formes de ces dernières molécules qui s'obtiennent par la ſous-diviſion du noyau & de la matière enveloppante, M. l'abbé Haüy trouve qu'elles ſe réduiſent à trois qui ſont d'une ſimplicité remarquable, ſavoir, le parallélipipède, c'eſt-à-dire, le plus ſimple des ſolides qui ont leurs faces parallèles deux à deux, le tétraëdre ou la plus ſimple des pyramides, & le priſme triangulaire, ou le plus ſimple de tous les priſmes.

Il arrive quelquefois que les ſections faites parallèlement aux faces du noyau donnent des parties de deux formes différentes; par exemple, ſi l'on eſſaie de diviſer un noyau octaëdre de fluate calcaire (ſpath fluor) parallèlement à ſes huit faces, en faiſant paſſer pour plus de ſimplicité les plans coupans par le milieu des arêtes, on obtiendra ſix octaëdres partiels dont les ſommets ſupérieurs ſe confondent avec

les ſix angles ſolides de l'octaëdre total, & huit tétraëdres interpoſés qui ont un de leurs angles ſolides ſitué au centre de l'octaëdre total, & dans leſquels la face oppoſée à cet angle fait partie d'une des faces du même octaëdre. Si l'on ſous-diviſe enſuite de la même manière les octaëdres & les tétraëdres par des coupes parallèles à leurs différentes faces, on trouvera pour chaque octaëdre ſix nouveaux octaëdres, plus huit tétraëdres, & pour chaque tétraëdre, quatre nouveaux tétraëdres & un octaëdre ſans qu'il ſoit poſſible de réduire les ſolides compoſans à l'unité de forme, c'eſt-à-dire, de n'avoir plus que des octaëdres ou des tétraëdres. Mais il faut obſerver que dans ces ſortes de cas les deux formes ſont tellement aſſorties entr'elles, que ſi vous ſupprimez par la penſée l'une des deux, tous les ſolides de l'autre forme ſe trouveront réunis ſoit par leurs bords, ſoit par certaines portions de leurs faces; de manière que leur aſſemblage aura la continuité néceſſaire pour former un tout qui ait de la conſiſtance; ſeulement ils laiſſeront entre leurs parties non adhérentes de petits vuides tous ſemblables entr'eux, & qui auront la figure des ſolides ſupprimés. Or, les molécules d'un criſtal étant néceſſairement ſimilaires, il paroît de toute vraiſemblance que les criſtaux qui pré-

ſentent l'obſervation dont on vient de parler, ont leur ſtructure comme criblée d'une multitude de vacuoles (*a*), en ſorte que s'il nous étoit donné de pouſſer la diviſion mécanique de ces criſtaux juſqu'à la dernière limite, l'une des deux eſpèces de ſolides qui réſultent des coupes parallèles aux faces du noyau s'évanouiroit, & tout le criſtal ſe trouveroit compoſé uniquement de molécules qui auroient l'autre forme.

La difficulté étoit de déterminer entre ces deux formes celle qu'emploie réellement la nature; & l'auteur croyoit d'abord, lorſqu'il n'avoit encore qu'un nombre peu conſidérable d'obſervations, que ces ſortes de queſtions étoient de celles qu'il falloit laiſſer indéciſes faute des données néceſſaires pour les réſoudre, même avec un certain degré de probabilité. Mais ayant depuis étendu ſes recherches ſur preſque tout le règne minéral, il s'apperçut que l'une des deux formes qui réſultoient des diviſions mixtes dont on a parlé étoit toujours le tétraëdre; quant à l'autre forme, c'étoit tantôt l'octaëdre & tantôt une autre forme plus com-

(*a*) Ces vacuoles ne ſuppoſent qu'un défaut de matière propre, & l'auteur ne les regarde pas comme abſolus.

pofée que le tétraëdre, & quelquefois même très irrégulière. D'ailleurs, en fous-divifant tous les autres criftaux qui ne donnoient que des folides femblables, il trouvoit que la forme de ces folides étoit toujours ou le parallélipipède, ou le prifme triangulaire, ou même encore le tétraëdre ; il vit donc qu'en donnant la préférence au tétraëdre dans les cas douteux, il réduifoit toutes les formes de molécules intégrantes aux trois formes dont chacune eft, comme nous l'avons dit, la plus fimple dans fon genre, & il lui parut que c'étoit une raifon fuffifante de penfer que les formes criftallines élémentaires étoient limitées par les cas renfermés dans cette réduction.

La théorie de M. l'abbé Haüy reçoit un nouveau degré de généralité & de fimplicité par le mémoire qu'il a lu en dernier lieu à l'académie. Jufqu'alors il lui avoit femblé qu'il feroit obligé d'établir autant de théories particulières qu'il y avoit d'efpèces de noyaux, pour confidérer les réfultats des décroiffemens relativement à chaque efpèce, & en même-tems à la forme de la molécule intégrante ; mais en y regardant de plus près, il a trouvé que les folutions des problêmes relatifs à une forme quelconque pouvoient toujours être ramenées à la confidération du parallélipipède, & cela d'après une condition

commune à tous ces problêmes. Elle consiste en ce que les décroissemens se font toujours ou réellement, ou équivalemment, par des sommes de parallélipipèdes; car, ou bien les molécules d'une forme différente de celle de ce solide sont réunies de manière qu'en les prenant par petits grouppes comme de six, elles composent des parallélipipèdes complets dans lesquels il n'y a aucun vuide; ce qui a lieu, par exemple, dans le grenat & dans le schorl; ou si les molécules s'appliquent les unes contre les autres de manière à laisser entr'elles des interstices, comme dans le fluate calcaire, le cristal de roche, &c. l'ensemble de ces interstices & des portions solides représente toujours une somme de parallélipipèdes; d'où il suit que les lames de superposition qui produisent le cristal secondaire étant elles-mêmes des assemblages de molécules assorties, comme celles qui composent la forme primitive, les décroissemens équivalent à ceux qui ont lieu pour les cristaux dont les molécules sont de véritables parallélipipèdes.

L'auteur applique successivement cette vue aux différentes espèces de formes primitives. Nous nous bornerons à un seul exemple tiré du fluate calcaire. Dans cette espèce de minéral, les octaëdres & les tétraëdres que l'on extrait du noyau par les coupes que nous avons indi-

quées sont tellement arrangés, qu'il y a toujours deux tétraëdres appliqués par une de leurs faces sur deux faces opposées de chaque octaëdre ; or, l'assemblage de ces trois solides forme un rhomboïde aigu dont le grand angle est de 120 degrés ; il suit delà qu'on peut considérer l'octaëdre total comme composé d'une multitude de petits rhomboïdes semblables à celui dont nous venons de parler. On peut même extraire d'un cube de spath fluor un noyau rhomboïdal de cette forme, en ne le divisant que sur six de ses angles solides, & en laissant intacts les deux autres qui doivent être choisis de manière qu'ils soient diamétralement opposés. Or, M. l'abbé Haüy fait voir qu'en supposant par rapport à ce noyau rhomboïdal des décroissemens par des soustractions simples & régulières de petits rhomboïdes de même figure, on parvient à des polyëdres secondaires semblables par leur forme & par leur structure à ceux qui sont originaires de l'octaëdre, comme le cube, le dodécaëdre à plans rhombes qui fait ici la fonction de forme secondaire, & que l'auteur a reconnu parmi de petits cristaux de fluate calcaire, &c. La structure de ces divers polyëdres étant ainsi ramenée à un ensemble de rhomboïdes, on considérera que chacun de ces rhomboïdes est divisible en

un octaëdre & deux tétraëdres; & en admettant d'après les raiſons que nous avons expoſées les ſeuls tétraëdres pour les molécules intégrantes entre leſquelles ſont diſſéminés des vuides de figures octaëdres, on concevra que ces molécules ſont tellement aſſorties, que leur ſomme, plus celle des vacuoles interpoſés, repréſente une ſomme de rhomboïdes.

On a pu voir dans ce qui précède, que différentes formes de molécules pouvoient produire des criſtaux abſolument ſemblables entre eux par leur forme extérieure. Cette conformité apparente dans des réſultats qui ſe trouvent cependant être très-diſtingués les uns des autres lorſqu'on pénètre dans le mécaniſme intime de la ſtructure, peut ſervir à expliquer en partie pourquoi on voit ſouvent des ſubſtances de nature très-différente s'offrir ſous la même forme. Nous diſons *en partie*, car il eſt prouvé qu'il y a auſſi des ſubſtances de divers genres dont les molécules intégrantes ſont ſemblables. Tels ſont, entr'autres, le ſulfure de plomb (la galène), le ſulfure de fer (la pyrite martiale), & le muriate de ſoude (le ſel gemme), dont les molécules ont la forme cubique, & d'une autre part, le grenat & le ſulfure de zinc ou la blende, dont les molécules ſont des tétraëdres. Au fond cette identité dans des genres différens de criſ-

taux n'a rien qui ne ſoit dans l'analogie des autres réſultats de la criſtalliſation ; car il n'eſt pas plus ſingulier de voir des molécules élémentaires différentes produire par leurs divers aſſortimens la même forme de molécules intégrantes, que de voir des molécules intégrantes de diverſes figures produire par des combinaiſons variées des criſtaux de la même forme, comme cela s'obſerve aſſez fréquemment. La nature d'une ſubſtance n'eſt pas déterminée préciſément par la forme de ſa molécule intégrante, mais par l'eſpèce de ſes molécules élémentaires. Cependant il eſt très-remarquable que les formes de molécules intégrantes qui ſe ſont trouvées juſqu'ici être communes à des criſtaux de différens genres, ſont limitées aux formes parfaitement régulières, comme le cube, l'octaëdre & le tétraëdre réguliers de la géométrie, & à celles qui ſe rapprochent de ces dernières par la ſymétrie de leur configuration, comme le tétraëdre du grenat qui a pour faces des triangles iſocèles égaux & ſemblables entr'eux, & qui produit un dodécaëdre dont toutes les faces ſont des rhombes pareillement égaux & ſemblables. Ces formes doivent être regardées comme autant de limites auxquelles la nature parvient par différentes voies ſans jamais paſſer, ſi ce n'eſt peut-être très-rarement, par les

intermédiaires dans des genres différens de minéraux.

La ſtructure formant comme un point fixe qui perſiſte ſans altération au milieu de cette grande diverſité de formes dont une même ſubſtance minérale eſt ſuſceptible, l'auteur penſe qu'elle eſt ſuſceptible d'être employée dans un grand nombre de circonſtances comme caractère pour aider à diſtinguer les minéraux. On peut regarder l'opération qui conſiſte à déterminer cette ſtructure comme une eſpèce d'analyſe qui eſt proprement du reſſort de la minéralogie, & qui, ſans mener auſſi loin que l'analyſe chimique, ne laiſſe pas d'offrir des avantages marqués relativement à l'objet dont nous parlons, ſoit par la netteté du réſultat, ſoit par la facilité de l'obtenir avec un peu d'exercice. Il ne s'agit pas ſeulement ici des corps qui affectent des formes régulières & bien prononcées, mais de pluſieurs même d'entre ceux qui ne préſentent à l'œil que des maſſes confuſes ou indéterminées, & dans leſquels la poſition des joints eſt néanmoins encore ſenſible toutes les fois que les molécules ont eu la liberté de s'arranger ſymétriquement à l'intérieur, quoique cet arrangement ſoit maſqué par une enveloppe qui ſemble n'annoncer que la confuſion & le déſordre.

Ainſi, pour nous borner à un ſeul exemple, une fracture faite à une pierre qui d'ailleurs eſt évidemment beaucoup trop tendre pour étinceler par le choc du briquet, a mis à découvert un angle ſolide formé de trois faces brillantes, dont une eſt perpendiculaire ſur la ſeconde & oblique ſur la troiſième, on en conclura que cette ſeconde pierre ne peut être qu'un ſulfate barytique ou un ſpath peſant.

Les minéraux criſtalliſés ou qui portent au moins des indices de forme régulière, comme lorſqu'on peut reconnoître la poſition de leur axe, ſe prêtent encore plus facilement à l'obſervation du caractère qui ſe tire de leur ſtructure; car aſſez ſouvent il ſuffit de combiner la direction d'un ſeul joint avec celle de l'axe, pour être en état de prononcer, d'après ce caractère, ſur l'eſpèce d'un minéral.

La théorie de M. l'abbé Haüy demanderoit un plus ample développement pour être bien ſaiſie. Nous nous ſommes efforcés ſur-tout de rendre l'eſprit de cette théorie, & de faire ſentir ce qu'elle gagne à être reſſerrée dans des limites étroites, ſoit par la marche peu rapide des décroiſſemens, ſoit par la ſimplicité & le petit nombre des formes élémentaires, ſoit enfin par les rapports qui lient toutes les autres formes à une ſeule, & qui ont ainſi procuré à

l'auteur l'avantage de généraliser les résultats d'une des opérations les plus variées & les plus fécondes de la nature.

ESSAI SUR UN SEL TIRÉ DU JUS DE CERISE;

Traduit du Suédois (a) de M. Hielm, par le Traducteur des mémoires de chimie de Schéele.

Il me restoit depuis quelque tems $\frac{3}{16}$ lots (45 grains) d'un sel inconnu dont je desirois connoître les parties constituantes. Ce sel paroissoit un peu rougeâtre ; il avoit encore une saveur acidule, il étoit d'une figure indéterminée, & sembloit tirer au parallélipipède ; il se dissolvoit facilement dans l'eau, & la couleur rouge s'en séparoit complettement par la filtration.

Je donnerai d'abord à cette occasion la manière dont on obtient ce sel. La cerise brune

(a) Mémoires de l'académie royale des sciences de Stockolm, année 1788, premier trimestre, page 28.

(*prunus cerasus.* Linn.) est broyée avec les noyaux dans un mortier de pierre ou de bois; on en filtre le jus à travers une grosse toile, & on le laisse fermenter pendant quatre jours. On passe de nouveau la liqueur à l'entonnoir, & on ajoute le tiers de son poids de sucre fin rapé : ce mélange est mis sur un feu doux & remué continuellement. Quand la liqueur est réduite au tiers, on la jette dans un vaisseau de terre cuite, & on la laisse fermenter une seconde fois dans un endroit chaud; après quoi on ajoute une poignée de raisins d'Espagne. La fermentation étant achevée, on verse la liqueur dans des bouteilles que l'on a rincées avec de l'eau-de-vie de France. C'est dans de semblables vaisseaux goudronnés, qui étoient seulement remplis jusqu'au col, qu'on a trouvé une ou plusieurs années après le sel dont il s'agit au fond & sur les parois.

Les cristaux qui se formèrent bientôt dans la dissolution purifiée dont il a été fait mention, & dont il s'étoit évaporé à peu près $\frac{1}{16}$ lot (15 grains), étoient plus grands, & présentoient des quarrés moins oblongs qui quelquefois paroissoient des deux côtés, à la vue simple, comme des tables; ils étoient transparens, de couleur blanche, non déliquescens à l'air, ni sensiblement efflorescens : on y découvroit au goût

quelque chose de nauséabond amer, accompagné d'une acidité piquante. Ces cristaux réagissoient d'une manière marquée, comme acide ; ils noircissoient d'abord, exposés à la flamme du chalumeau sur le charbon ; se boursoufloient ensuite, mais sans décrépiter ; ils brûloient avec une grande flamme, & ne laissoient enfin qu'une terre fine, blanche, abondante & infusible. Cette terre devenoit très-phosphorique au feu du chalumeau ; elle ne produisoit pas une chaleur sensible avec l'eau (ce qui n'étoit pas aisé de déterminer à cause de sa petite quantité & de la difficulté d'atteindre le vrai point de calcination). Cette terre ne se dissolvoit pas non plus en quantité sensible dans l'eau ; mais elle étoit attaquée par l'acide nitrique, & après quelque tems avec effervescence, sans cependant donner des cristaux ; & l'acide sulfurique occasionna dans la liqueur un précipité blanc qui se comporta comme le sulfate de chaux.

On voit déjà, par ce premier essai, une des parties constituantes de ce sel mise à nud, & qui est de la chaux pure. Les expériences suivantes le feront encore mieux voir ; mais il restoit encore à découvrir quelle étoit la substance qui lui servoit de dissolvant, & cette recherche m'a paru d'autant plus intéressante, que l'on sait que la chaux donne ordinairement

avec tous les acides connus des ſels ou pulvérulens & difficilement ſolubles, ou déliqueſcens & incriſtalliſables.

Expérience I.

Si dans la diſſolution de ce ſel purifié on verſe goutte à goutte de l'acide ſulfurique juſqu'à ce qu'il n'occaſionne plus de précipité, la liqueur filtrée eſt un acide piquant; il reſte ſur le filtre du ſulfate de chaux, nouvelle preuve que la baſe de ce ſel eſt de la chaux. Lorſqu'on fait évaporer la liqueur, il ſe dépoſe encore un peu de ſulfate de chaux dans le refroidiſſement, ce qui arrive même après que l'on a répété pluſieurs fois l'opération, ainſi qu'on le verra dans la ſuite; ſoit que l'acide ſulfurique ne ſoit pas capable de précipiter toute la chaux, ou que l'on en ait ajouté une trop grande quantité, ou bien que l'acide du ſel de jus de ceriſe devenu libre contribue à tenir le ſulfate de chaux en diſſolution.

Expérience II.

L'acide oxalique (du ſucre) précipita également la chaux de la diſſolution du ſel de jus de ceriſe. J'étois d'avance bien convaincu que ce

n'étoit pas l'acide oxalique qui servoit ici de dissolvant à la chaux ; mais il résultoit delà indubitablement que cette terre existoit dans le sel de jus de cerise, ainsi que je l'avois reconnu au chalumeau & dans d'autres expériences, & qu'il ne tenoit pas une quantité sensible ni d'une autre terre, ni d'un alkali, ni d'aucune substance métallique. Comme je n'avois qu'une petite provision de ce sel, je ne poussai pas plus loin cet essai pour ne pas le souiller d'un acide étranger.

Expérience III.

Quoique l'acide obtenu par la première expérience, lequel étoit clair & sans couleur, pût être soupçonné avec raison tenir encore quelque peu d'acide sulfurique, j'entrepris de le soumettre à un procédé qui me paroissoit devoir mettre bientôt ses propriétés à découvert, & manifester sa ressemblance avec quelque autre acide. La manière dont ce sel s'étoit comporté jusques-là, me portoit à penser que l'acide dont il est question pouvoit avoir quelque rapport à celui que M. le conseiller des mines Crell a fait connoître sous le nom d'*acide sébacique* (acide du suif), & qui dissout l'or, si ce n'étoit pas absolument le même.

Mais je me suis convaincu, par des essais répétés de plusieurs manières, que l'acide obtenu du sel de jus de cerise ne dissolvoit pas un atôme d'or ni par la digestion, ni à la chaleur de l'ébullition; la couleur même n'en fut pas changée; d'où il résultoit que cet acide étoit différent de l'acide sébacique.

Expérience IV.

La limaille de fer fine fut attaquée à une douce chaleur par cet acide, & quelques jours après il s'y forma une masse blanche ressemblant à des grappes globuleuses qui paroissoient un assemblage de fines aiguilles, & tout fut redissous promptement par l'addition d'une plus grande quantité d'eau. Je pris ces cristaux bien plutôt pour du sulfate de chaux que pour le produit de l'union du fer & de l'acide essayé, quoique la description que M. Crell a donnée de la manière de se comporter de l'acide sébacique avec le fer se rapproche assez de ce que l'on vient de voir.

Une partie de cette dissolution ainsi étendue, fut précipitée par la potasse; le précipité étoit blanc, & le devint encore par l'ébullition. Ce précipité fut dissous presqu'entièrement par l'acide nitrique, d'où il fut de nouveau précipité

en ſulfate de chaux par l'acide ſulfurique. Au feu du chalumeau, il devint d'abord rouge, enſuite noir à une plus forte chaleur, & fut attirable à l'aimant, ce qui annonçoit qu'il y avoit eu un peu de fer diſſous; mais en même-tems il ſe forma encore une maſſe blanche dans cet acide.

Pour acquérir une connoiſſance plus parfaite de ſes propriétés, je le fis bouillir ſur du fer qui fut diſſous avec efferveſcence; la diſſolution avoit une ſaveur aſtringente; mais elle réagiſſoit encore comme acide; par l'évaporation ſur la flamme d'une bougie, il ſe criſtalliſa un ſel blanc qui noircit lorſqu'il fut expoſé au feu du chalumeau ſur le charbon (qui tenoit conſéquemment l'acide du ſel de ceriſe); il devint enſuite rougeâtre, il prit, à une plus forte chaleur, une belle couleur de brique obſcure; enfin il ſe fondit en une ſcorie noire attirable à l'aimant.

La potaſſe ajoutée dans le reſte de la diſſolution, y occaſionna un précipité d'un verd pâle mêlé d'un peu de blanc. Cette couleur verte parut ſe conſerver plus long-tems qu'elle ne le fait ordinairement avec le fer; mais la chaleur la fit bientôt diſparoître, & il ne reſta que la couleur rouge que le fer préſente communément. De cette manière il n'y avoit encore rien

de certain ſur la nature de l'acide qui étoit uni à la chaux dans le ſel de jus de ceriſe, d'autant plus que la liqueur ainſi précipitée donna, par l'ébullition, un ſel qui, fondu avec la pouſſière de charbon, avoit une odeur ſenſible de ſulfure, & démontroit conſéquemment la préſence d'un peu d'acide ſulfurique.

Expérience V.

Pour eſſayer s'il ne ſeroit pas poſſible d'obtenir cet acide pur & concentré par la diſtillation, je mis 15 grains ($\frac{1}{16}$ lot) de ſel de jus de ceriſe ſec dans une cornue tubulée de médiocre grandeur, & je verſai deſſus environ moitié d'acide ſulfurique blanc & concentré; cet acide acquit peu à peu une couleur brune, mais il n'attaqua pas ſenſiblement le ſel avant qu'il fût chaud.

Il ne paſſa rien tant qu'il n'y eut qu'une chaleur douce, la cornue fut placée en conſéquence ſur des cendres chaudes; le mélange devint de plus en plus noir, & commença à ſe gonfler; alors il tomba une fumée griſe & léchante dans le récipient qui avoit été adapté dès le commencement à la cornue. Je recueillis ces vapeurs dans quelques gouttes d'eau qui avoient paſſé en même-tems; mais il n'y eut pas moyen

de les laiſſer augmenter, parce que le mélange étoit prêt de s'élever dans le récipient, ce qui obligea de retirer la cornue de deſſus le feu. Après que l'on y eut ajouté un peu d'eau, on continua l'expérience jusqu'à ce qu'il parût s'élever de l'acide sulfurique une fumée plus claire & plus peſante.

A l'ouverture des vaiſſeaux, on ſentit une odeur reſſemblant à celle de l'huile de vin mêlée d'un peu d'acide ſulfureux; la cornue étoit intérieurement couverte de ſuie qui, après avoir été brûlée, devint blanche, & laiſſa du ſulfate de chaux : la liqueur du récipient étoit claire, elle avoit un goût acide, mais foible. Je la fis évaporer dans un vaiſſeau de verre après y avoir ajouté de la chaux; de cette diſſolution, j'obtins un ſel qui criſtalliſa facilement, qui ſe diſſolvoit facilement dans l'eau, mais qui, au feu du chalumeau, ſe comportoit, pour la plus grande partie, comme du ſulfate de chaux. L'évaporation des dernières gouttes donna une maſſe ſaline qui, au feu du chalumeau, devint noire comme le ſel de jus de ceriſe. Ainſi, dans cette expérience, l'acide fut altéré & détruit preſque en totalité; ce qui prouve encore qu'il eſt différent de l'acide ſébacique.

Expérience VI.

On a vu que dans l'expérience II l'acide oxalique avoit séparé quelque partie du sel de jus de cerise ; j'y versai goutte à goutte de la dissolution de potasse jusqu'à ce qu'il y en eût par excès, & qu'il ne se précipitât plus de chaux ; cette liqueur donna par l'évaporation des cristaux très-petits, durs sous les dents, & qui décrépitoient au feu. Ces cristaux se fondoient sur le charbon en une masse noire qui se boursouffloit, qui s'absorboit dans le charbon, qui laissoit enfin une petite tache provenant sans doute d'un peu de chaux qui y étoit encore ; je ne remarquai pas qu'il s'y forma de sulfure. Les cristaux, vus à un très-bon microscope anglois, paroissoient la plupart confus ; quelques-uns cependant présentoient distinctement des prismes à quatre côtés, terminés obliquement à un de leurs bouts, & tronqués net de l'autre. Parmi un grand nombre d'irréguliers, on en remarquoit un seul allongé hexagone, dont les côtés se terminoient en pointe, absolument comme le sel que donne l'acide sébacique saturé de chaux. Ce cristal décrépita tellement sur le charbon, qu'il me fut impossible d'examiner si la base étoit calcaire ou alkaline. Dans

le premier cas, ſa figure pourroit faire juger que cet acide eſt celui du ſuif; dans le dernier, il en réſulteroit ſeulement que cet acide donne, avec la potaſſe, la même criſtalliſation que l'acide ſébacique avec la chaux. D'ailleurs, comme il eſt certain que l'alkali, tel qu'il ſe trouve communément, n'eſt pas toujours en état de précipiter toute la chaux, mais ſeulement pour la plus grande partie, celui qui tient de l'acide carbonique, le précipité l'opère auſſi par double affinité; car ſi l'alkali eſt cauſtique, il eſt inefficace pour précipiter la chaux : celle-ci ayant plus d'affinité que la potaſſe pure avec l'acide ſébacique, avec pluſieurs acides végétaux, & probablement avec l'acide de jus de ceriſe, ce dont on aura plus bas un exemple. En attendant, on peut conclure delà que ſi l'acide dont il s'agit n'eſt pas celui du ſuif, ce que quelques-unes des expériences précédentes ne permettent pas d'affirmer, il ſe rapproche du moins beaucoup de cette eſpèce. Je me ſuis déjà ſuffiſamment expliqué ſur ce ſujet.

Expérience VII.

En précipitant à diverſes repriſes la diſſolution par la potaſſe, j'avois obtenu un ſel neutre qui contenoit l'acide à examiner. Ayant réuni

toutes ces liqueurs, je les fis criſtalliſer, & j'eſſayai de diſtiller ſans addition; il paſſa avec l'eau de criſtalliſation une matière huileuſe qui la colora en jaune; il s'éleva ſeulement quelques gouttes qui avoient le caractère acide, & ne laiſſèrent après l'évaporation qu'un peu de matière graſſe qui, vers la fin, rendoit l'eau viſqueuſe & tenace: avant cela, j'avois tenté, mais ſans ſuccès, d'y diſſoudre de l'or. Le ſel ayant été mis dans la cornue, noircit dès le commencement, & il s'en éleva en même-tems une fumée légère ou vapeur qui ſe dépoſa ſur les parois du récipient. A un plus haut degré de chaleur, & près de l'incandeſcence, ce ſel devint blanc & ſe comporta comme de l'alkali pur. A l'ouverture des vaiſſeaux, il en ſortit une odeur âpre & piquante, preſque ſemblable à celle que donne la diſtillation du ſuif; mais les vaiſſeaux ayant été réunis, puis ouverts le lendemain, l'odeur ſe trouva approcher beaucoup plus de celle que répand l'acide du tartre quand on prépare des flux; ainſi, dans la plupart de ces circonſtances, on remarque encore quelque reſſemblance de cet acide avec l'acide du ſuif.

N'ayant pu réuſſir à me procurer l'acide pur par les procédés ci-devant décrits, je me déterminai à employer d'une autre manière la

petite quantité qui me restoit de ce sel de jus de cerise, pour connoître plus parfaitement les propriétés de son acide.

Expérience VIII.

Je précipitai une dissolution de sel de jus de cerise purifié avec de la soude pure jusqu'à ce qu'il y en eût par excès; il s'en sépara sur le champ de la chaux en grande quantité, & le tout fut jetté sur le filtre. La liqueur qui passa claire fut évaporée à plusieurs reprises, mais ne donna que difficilement des cristaux. A la fin, j'en obtins quelques-uns; ensuite toute la dissolution devint presque sèche ou épaisse comme du miel, & paroissoit attirer l'humidité de l'air. Ces cristaux, vus au microscope, étoient ronds, terminés en pointes, d'une épaisseur médiocre, & à demi-transparens, ou comme recouverts de givre. Ils noircirent au feu du chalumeau, & s'absorbèrent dans le charbon sans décrépiter. Je ne connois que l'acide formique & l'acide lactique qui se comportent de cette manière avec la soude.

Expérience IX.

Une autre portion de la dissolution de sel de jus de cerise purifié fut précipitée par le

carbonate ammoniacal (alkali volatil aéré) qui en ſépara de même de la chaux. L'ammoniaque ſe trouvant en excès, fut repriſe par l'addition de la même diſſolution ; mais le nouveau ſel neutre ne voulut pas ſe criſtalliſer avant que toute la maſſe ne fût devenue d'une conſiſtance ſyrupeuſe & preſque entièrement sèche ; alors on y vit quelques criſtalliſations en forme de végétations diſpoſées en rayons ; lorſque cette maſſe eut été deſſéchée ſur le feu dans une capſule de verre, elle attira l'humidité de l'air. Si on diſtille le jus de ceriſe nouvellement preſſé & ſans addition d'aucune autre matière, le flegme de cette diſtillation ſe comporte de la même manière. Le ſel obtenu par l'ammoniaque noircit ſur le charbon & ſe volatiliſa en laiſſant une tache blanche cauſée par un peu de chaux qu'il avoit retenu ; c'eſt ce qui n'a pas lieu avec la ſoude ſaturée de cet acide. Cependant la manière dont il ſe comporte avec l'ammoniaque montre encore des propriétés qui reſſemblent à celles de l'acide formique & de l'acide lactique.

Expérience X.

Lorſqu'on verſe de l'ammoniaque pure dans la diſſolution de ſel de jus de ceriſe, il n'y a

point de précipité, quoique cet alkali soit en excès; mais la plus petite goutte de carbonate ammoniacal occasionne sur le champ une coagulation. Cet acide se rapporte en cela à plusieurs autres acides végétaux dont il a été fait mention précédemment, en particulier à l'acide sébacique, & jusqu'à un certain point, à l'acide formique sur lequel M. le professeur Afzelius a publié à Upsal, en 1777, un traité complet.

La petite quantité de sel de jus de cerise que j'ai pu me procurer ne m'a pas permis d'entreprendre par cette voie un plus grand nombre d'expériences. Celles que j'ai rapportées sont cependant suffisantes pour fonder les conséquences que j'en ai tirées, savoir, qu'une des parties constituantes de ce sel est la chaux, & l'autre un acide qui, dans certains cas, ressemble à l'acide sébacique, qui, dans d'autres, s'approche de l'acide formique & de l'acide lactique, qui s'éloigne de tous dans quelques circonstances, & qui, pour cette raison, soit qu'il se montre beaucoup plus foible ou qu'il annonce des propriétés communes à d'autres acides connus, peut être considéré comme un acide propre & particulier jusqu'à ce que la chose soit plus complettement éclaircie. Quoique je ne sois pas disposé à admettre les nouveautés comme nouveautés, & que je veuille encore

moins défendre la diviſion des ſels, uniquement & ſeulement eu égard à la forme des criſtaux, quoique d'ailleurs je n'ignore pas que l'on commence déjà à être fatigué de la quantité d'acides qui ont été annoncés dans ces derniers tems, & qu'on ſemble même appréhender d'en voir de nouveaux, ſur-tout dans le règne végétal, je ne pouvois cependant m'écarter des principes de la philoſophie naturelle, ſuivant leſquels les phénomènes & les corps naturels doivent être repréſentés tels qu'ils ſont réellement, tels qu'ils ſe trouvent conſtamment, & non pas comme on deſire qu'ils ſoient ou que l'on veut ſe perſuader qu'ils doivent être.

Si l'on parvenoit à décompoſer les autres acides minéraux, & à y découvrir la même partie conſtituante que celle qui, unie au phlogiſtique (*a*), produit l'acide muriatique, on ſeroit en droit de ne plus faire aucune diffé-

(*a*) Etant démontré par les expériences de M. Berthollet, & même accordé aujourd'hui, que l'acide muriatique que l'illuſtre Bergmann avoit nommé *déphlogiſtiqué*, reçoit au contraire ſes propriétés eſſentielles d'un excès d'air vital, l'analogie qui les faiſoit attribuer à la perte d'une portion de ſon phlogiſtique reſte ſans fondement.

Note des Editeurs.

rence entr'eux, tandis qu'on ne pourroit pas plus qu'auparavant se passer de tous ces acides tels qu'ils sont & qu'ils ont été dans tous les tems. Il me semble que ce doit être la même chose pour les acides du règne végétal, quoiqu'il soit vrai que la plupart de ces acides, sinon tous, peuvent être convertis en acide oxalique, & ensuite en vinaigre, suivant qu'il a été nouvellement découvert. D'après ce principe, toutes les productions de la nature méritent d'être connues, & il n'y a rien de surabondant, & tout ce que nous pouvons exécuter; au contraire, toutes les études, tous les efforts devroient être dirigés vers de semblables essais, à supposer que nos connoissances sur les corps, & en particulier sur les acides végétaux, peuvent être portées à un certain point de simplicité & de vérité. C'est plutôt dans cette vue que pour indiquer réellement la nature de cet acide, que j'ai osé publier ces essais, qui serviront d'éclaircissemens pour des recherches ultérieures avec de plus grandes quantités, afin d'arriver plus près du but.

On pourroit dire que ce sel vient aussi bien du raisin qui y a été ajouté, ou de l'alcohol, que du jus de cerise; mais si cela étoit, en opérant de même on devroit en tirer les mêmes produits. En attribuant le sel au sucre mêlé au

jus de cerise, soit qu'il ait immédiatement laissé son acide à la chaux, soit qu'il ait été altéré par la fermentation, je dis qu'il faut supposer deux choses, dont l'une est absurde & tout-à-fait contraire à ce que nous connoissons du sucre & des propriétés de son acide; l'autre très-incertaine, & qui, si elle se vérifioit, rendroit ce sel encore plus digne d'attention. On sait, à la vérité, que la cerise contient elle-même du sucre ainsi que de la chaux & de l'alkali. M. Hermstadt, dans les essais qu'il a publiés il y a deux ans, y a principalement trouvé l'acide oxalique ou acide du sucre; mais tout cela n'empêche pas qu'il ne puisse aussi contenir le sel que j'ai décrit.

RAPPORT

Fait à l'Académie Royale des Sciences le 10 juin 1789, par MM. BERTHOLLET *&* DE DIETRICH.

L'ACADÉMIE nous a chargés de lui rendre compte d'un mémoire qui lui a été envoyé par l'académie de Montpellier, & qui a pour titre, *Observations sur la manière de former de l'alun par la combinaison directe de ses principes cons-*

tituans, par M. Chaptal. Comme ce mémoire eſt très-intéreſſant pour les arts, nous avons cru devoir rappeler la plus grande partie des détails qu'il contient.

L'alun réſulte de la combinaiſon de l'acide ſulfurique avec l'alumine ou argile pure; c'eſt un ſulfate d'alumine. Cette combinaiſon ſe fait ou par la nature, ou par l'art; dans le premier cas, elle eſt preſque toujours le produit de la décompoſition du ſchiſte pyriteux; dans le ſecond, elle ſe forme par la combinaiſon directe de l'acide ſulfurique avec l'alumine.

L'étendue de l'uſage de l'alun en fait une des ſubſtances les plus précieuſes dans les arts; mais les bonnes mines d'alun ſont rares, & la France tire de l'étranger la plus grande partie de celui qui s'y emploie. Il étoit donc intéreſſant de former l'alun par la combinaiſon directe aſſez économiquement pour pouvoir concourir avec les fabriques où on ne fait que l'extraire des terres qui le contiennent; mais les procédés connus juſqu'à préſent, tel que celui de Javelle, qui a été décrit avec exactitude par M. Sage, ont toujours paru à M. Chaptal dans un grand nombre d'épreuves variées trop diſpendieux & trop pénibles pour pouvoir être pratiqués avec avantage dans ſa province, & c'eſt ce qui l'a engagé à rechercher des moyens

plus économiques & plus ſimples dont nous allons donner la deſcription.

L'acide ſulfurique eſt le principe qui fait la plus grande partie du prix de l'alun ; mais cet acide n'eſt que le mélange de l'eau & de la vapeur qui eſt produite par la combuſtion du nitre & du ſoufre. Si on expoſoit les terres préparées à l'atmoſphère de cette vapeur, l'effet devroit être d'autant plus conſidérable, que l'acide, à l'état de vapeur, eſt beaucoup plus énergique que lorſqu'il eſt en état liquide. Ces idées ont conduit M. Chaptal à diverſes expériences. Des argilles de différentes eſpèces, préparées de pluſieurs manières & préſentées ſous toutes les formes, ont été expoſées à la vapeur ſulfurique dans l'intérieur des chambres de plomb. Ces expériences ont donné à M. Chaptal des réſultats ſatisfaiſans ; mais des chambres de plomb expoſoient à trop de dépenſe pour leur donner l'étendue néceſſaire à un établiſſement en grand, & le plomb a une trop grande peſanteur. M. Chaptal imagina donc d'y ſubſtituer des chambres en bois enduites d'un maſtic.

Après douze à quinze mois de tentatives, M. Chaptal parvint à trouver une compoſition propre à former un maſtic tel qu'il le deſiroit, le ſeul défaut qu'il lui ait reconnu, c'eſt d'être un

un peu trop fusible; mais cet inconvénient disparoît en brûlant au-dehors de la chambre & en maîtrisant la combustion, de manière que la chaleur de l'intérieur ne s'élève pas au-dessus du quarante-cinquième degré du thermomètre de Réaumur. Ce mastic est composé de parties égales de poix-résine, de térébenthine & de cire; on fait fondre ces trois substances dans un chaudron où on a laissé dissiper toute l'huile volatile qui fait monter la matière, & on l'applique toute bouillante avec un pinceau.

L'attelier que M. Chaptal s'est décidé à construire, d'après ses premières tentatives, est en activité depuis deux ans. « La chambre dans » laquelle on brûle le mélange de salpêtre & » de soufre a 84 pieds de long, 44 de large » & 29 dans sa plus grande élévation; les murs » des côtés sont en maçonnerie ordinaire, & » sont revêtus intérieurement d'une couche as- » sez épaisse de plâtre blanc; le sol est un » pavé de briques noyé dans un mortier formé » par le mélange de l'argile calcinée & de » l'argile crue. Le premier pavé est encore » recouvert d'un second pour couper & cou- » vrir les joints que forment les briques du » premier, & les briques de ce second pavé sont » appliquées & noyées dans une couche du » mastic qu'on emploie chaud en guise de mor-

» tier. Le toît de cette chambre eſt en bois;
» mais les poutres ſont très-rapprochées; elles
» offrent dans leur milieu & dans le ſens de
» leur longueur des rainures dans leſquelles
» s'enchaſſent les planches qui rempliſſent l'in-
» tervalle entre les poutres, de façon que cette
» immenſe charpente ne préſente pas un ſeul
» clou.

» Cette chambre ainſi diſpoſée, a été en-
» duite avec le maſtic, & on a appliqué trois
» ou quatre couches dans l'intention d'effacer
» tous les petits trous que laiſſe la première
» couche, & de donner le plus beau poli à
» la ſurface. On a eu la précaution encore d'ap-
» pliquer le maſtic de la première couche le
» plus chaud poſſible, afin d'en imprégner le
» bois, le plâtre & les briques; avec ces ſoins
» le maſtic pénètre dans le tiſſu même de ces
» ſubſtances, & ne fait qu'un ſeul & même
» corps avec elles. Cette opération eſt ſi déli-
» cate, elle eſt ſi eſſentielle, & les conſéquences
» en ſont ſi terribles, qu'il ne faut pas s'en re-
» poſer ſur une main purement mercenaire:
» huit mois du travail le plus aſſidu ont à peine
» ſuffi pour terminer cet ouvrage.

» M. Chaptal avoit d'abord appliqué le vernis
» ſur la ſurface intérieure du toît, craignant
» que l'impreſſion du froid & du chaud, &

» l'alternative de l'humidité & de la sécheresse » ne fissent travailler la charpente, & dans ce » cas, il auroit pu en juger & y porter remède. » Trois ou quatre mois après, il vit se former » des crevasses & des fentes qui l'allarmèrent; » il se décida à enlever les tuiles du toît ap- » pliquées immédiatement sur la charpente de » sa chambre & à passer une couche de vernis » sur toute la surface extérieure des planches; » par ce moyen, il mit les planches & tout le » couvert entre deux couches de vernis, il » enleva au bois sa propriété hygrométrique, » répara la surface inférieure, & le toît existe » depuis deux ans & trois mois dans un état » d'intégrité & de perfection qui est vraiment » étonnant.

» Ce mastic a un tel avantage sur le plomb, » par rapport au but économique, que l'intérieur » de cette chambre immense appropriée à ses » usages n'a coûté que six à sept mille livres, » tandis qu'il est facile de calculer qu'il fau- » droit pour 80 à 90 mille livres de plomb » pour en revêtir toutes les surfaces ».

M. Chaptal recommande de choisir des ar-giles blanches & pures, parce que celles qui sont colorées & qui contiennent du fer, ou celles qui sont marneuses & qui sont mêlées de terre calcaire, donnent avec l'alun des sul-

fates de fer & de chaux qui nuisent à la cristallisation de l'alun, & qu'il est difficile de séparer; il faut préalablement faire subir à cette argile une calcination modérée & égale. Pour cela on la réduit en pâte avec de l'eau, & on forme avec cette pâte des boules de cinq à six pouces de diamètre dont on remplit le fourneau, & à travers lesquelles la flamme & la fumée trouvent une issue. On peut se représenter le fourneau comme une portion de cylindre, terminée par deux voûtes, l'une à sa base, l'autre à son sommet; les voûtes sont percées de plusieurs trous pour disperser la flamme d'une manière égale dans toute la capacité. D'abord les boules noircissent; mais cette couleur disparoît dès que la masse est fortement échauffée, & alors on arrête le feu. C'est par un procédé semblable que l'auteur calcine les argiles ferrugineuses pour en former des pouzzolanes qui remplacent avec avantage celles qu'on retiroit à grands frais d'Italie.

Les boules extraites du fourneau sont pilées ou simplement concassées, & c'est dans cet état que M. Chaptal les expose à la vapeur de l'acide sulfurique dans la chambre dont on a parlé; on en forme une couche sur le sol, & au bout de quelques jours on observe que les fragmens calcinés commencent à se gercer

& à s'ouvrir ; ces crevasses laissent bientôt appercevoir des feuillets d'alun pur, quelquefois même des cristaux formés par la réunion de plusieurs lames apposées les unes sur les autres.

Lorsque la terre est parfaitement effleurie, & que tout son tissu présente de l'alun bien caractérisé, on la retire de la chambre & on l'expose sous un hangard bien aéré & très-découvert, pour qu'elle se pénètre plus intimément de l'acide & pour faire disparoître par-là celui qui prédomine ; après cela on lessive cette terre, on évapore la lessive dans des chaudières de plomb, & on la met à cristalliser selon l'usage généralement reçu.

Dans toutes les fabriques on est dans l'usage d'employer des alkalis pour saturer l'excès d'acide que présentent presque toujours les lessives. Bergman avoit annoncé qu'il suffisoit de faire bouillir de l'argile dans ces lessives pour en saturer l'excès d'acide ; mais M. Chaptal s'est convaincu que le moyen indiqué par ce grand chimiste ne remplissoit point son objet. L'alun lui-même dissout un excès d'argile & le laisse précipiter sur la fin de l'évaporation ; on n'obtient alors qu'un précipité grenu qui ne présente aucune apparence de cristaux, ou si l'on parvient à faire cristalliser l'alun sans addition d'alkali, les cristaux n'ont point la même dureté

ni la même pesanteur qu'ils ont ordinairement.

Nous ne devons pas seulement considérer l'ouvrage de M. Chaptal dont nous venons de rendre compte, comme une production intéressante pour les sciences par les faits nouveaux qu'il présente; mais nous avons encore à louer le désintéressement du citoyen qui ne craint pas d'exposer les avantages d'une grande entreprise pour remplir la vocation de savant par laquelle il doit se vouer à répandre des lumières utiles.

Les arts ont déjà plusieurs obligations à M. Chaptal; mais la nouvelle fabrication dont il donne la description peut devenir un objet très-important par le grand usage qu'on fait de l'alun, qu'on est obligé de tirer, pour la plus grande partie, de l'étranger; nous pensons donc que le mémoire de M. Chaptal est très-digne d'être imprimé dans le recueil de l'académie de 1788.

Signé, BERTHOLLET & le Baron DE DIETRICH.



EXTRAIT DES EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX,

Spécialement sur la Propriété qu'ils possèdent à un haut degré, soit d'améliorer l'air quand ils sont au soleil, soit de le corrompre la nuit, ou lorsqu'ils sont à l'ombre ; auquel on a joint une méthode nouvelle de juger du degré de salubrité de l'atmosphère ;

Par M. JEAN INGEN-HOUSZ, *Conseiller aulique de Sa Majesté l'Empereur-Roi, Membre de la Société Royale de Londres, de la Société Philosophique américaine de Philadelphie, &c. tome second. A Paris, chez Théophile Barrois le jeune, Libraire, quai des Augustins, n°. 18.*

Par M. HASSENFRATZ.

M. INGEN-HOUSZ avoit prouvé dans plusieurs ouvrages, par un grand nombre d'expériences qui ont été rapportées par tous les

physiciens qui s'occupent de la végétation, que les plantes laissoient dégager du gaz oxigène à la lumière, & du gaz acide carbonique à l'obscurité. Quelques-unes des premières expériences n'ayant d'abord été faites qu'en couvrant les plantes d'eau, plusieurs physiciens crurent devoir contester cette production naturelle, & ne l'attribuer qu'à un cas tout-à-fait particulier qui dépendoit de la situation de la plante. D'autres physiciens, à la tête desquels étoit M. Sennebier, nioient absolument le dégagement du gaz acide carbonique des plantes, en expliquant la manière dont le gaz oxigène dans lequel on mettoit les plantes passoit à l'état de gaz acide carbonique par une altération de la plante. M. Ingen-Housz, suivant toujours avec le même zèle & la même ardeur ses belles expériences sur la végétation, crut devoir détruire ces deux assertions, & c'est de quoi il s'est le plus particulièrement occupé dans le second volume d'expériences sur les végétaux qu'il vient de donner au public.

M. Ingen-Housz s'est d'abord assuré que les graines ne germent que lorsqu'elles sont imbibées d'eau & en contact avec de l'air vital; que pendant ce développement une grande partie de cet air passe à l'état de gaz acide carbonique; tout autre gaz, hydrogène, azote ou

acide carbonique, empêche entièrement le développement s'ils ne ſont pas mélangés d'air vital. Il a même obſervé que les gaz hydrogène & azote, ſoit ſéparément, ſoit mélangés, détruiſent abſolument le principe de la germination, & qu'en général le pouvoir deſtructif du premier étoit plus fort que celui du ſecond.

Les plantes ainſi que les graines ont beſoin pour vivre & croître de la préſence du gaz oxigène; elles meurent dans tout autre gaz, ſi la préſence de la lumière ne leur fait point dégager aſſez d'air vital pour détruire l'effet pernicieux des airs dans leſquels elles ſont. Le gaz hydrogène eſt parmi tous les autres celui dont les propriétés délétères s'affoibliſſent le plus difficilement, parce qu'à meſure que la lumière agit ſur la plante, elle ne produit d'autre effet que de diminuer le volume de l'air, ſoit que ce gaz forme de l'eau avec l'oxigène qui ſe dégage, ſoit qu'il ſe combine en entier dans la plante & qu'il empêche ainſi le dégagement du gaz oxigène. Mais un phénomène remarquable, c'eſt que quand on a mêlé un peu de gaz hydrogène avec de l'air commun ou de l'air vital dans lequel la plante vit, ce mélange rend dans certaine circonſtance la verdure des plantes qu'on y enferme, plus foncée.

Pour démontter le dégagement conſtant de

l'air vital des plantes par la préſence de la lumière, M. Ingen-Houſz enferma des plantes en pleine végétation dans différens airs dont il avoit eſſayé par le gaz nitreux le degré d'oxigénation. Il reconnut que l'oxigénation de l'air augmentoit conſtamment, & que cette augmentation dépendoit, 1°. du volume de la plante comparé à celui de l'air dans lequel elle étoit enfermée ; 2°. de la propriété qu'avoit cette plante de produire plus ou moins d'oxigène ; 3°. de l'intenſité de la lumière par rapport à la plante, ainſi que de la durée de l'action de cette même lumière. Il prétend même que la quantité d'oxigène rendu par les plantes dans l'air eſt plus grande que celle qu'elles auroient rendue ſous l'eau dans le même tems.

Il paroît, d'après les expériences de ce phyſicien, que l'intenſité de la lumière a beaucoup d'influence ſur la production de l'air vital de la plupart des plantes ; que, de même qu'il ne ſe dégage pas d'oxigène à une foible lumière, de même une trop forte empêche toute eſpèce de dégagement. C'eſt à cette dernière circonſtance que M. Ingen-Houſz attribue le peu de ſuccès que ſes expériences ont eu en Italie.

Le grand nombre d'expériences que M. Ingen-Houſz avoit faites pour prouver que les

plantes enfermées avec de l'air ou commun ou vital faifoient paffer ces airs à l'état de gaz acide carbonique, étoit tel que l'on ne pouvoit point en contefter le réfultat ; feulement on prétendoit que ces plantes *méphitifoient* l'air parce qu'elles fe décompofoient, foit en tout, foit en partie. Pour répondre à cette objection, ce favant mit un très-grand nombre de plantes à l'obfcurité, foit dans leurs pots, foit en plongeant ou ne plongeant pas dans l'eau leurs racines fraîchement coupées. Il effaya différentes plantes aquatiques & des plantes de différens climats, toutes lui donnèrent le même réfultat. Enfin, il obferva que de deux tiges de plante, l'une cueillie depuis quelque tems & déjà flétrie, l'autre bien faine & fraîchement coupée, enfermées toutes deux à l'obfcurité fous deux cloches différentes qui contenoient la même proportion d'air par rapport au volume de la plante, la plante fraîche & vive gâta plus l'air, fit paffer une plus grande quantité d'oxigène à l'état d'acide carbonique, que celle qui étoit flétrie. Il obferva de plus que toutes les fleurs en général, même au foleil, ne produifoient que du gaz acide carbonique.

Mais comment ce gaz oxigène paffe-t-il à l'état de gaz acide carbonique ? Il y a deux manières de l'expliquer; 1°. en fuppofant que

le carbone se dissolve en gaz à l'obscurité, se combine avec l'oxigène pendant son dégagement, & forme du gaz acide carbonique ; 2°. en supposant que la plante aspire du gaz oxigène, le combine dans son intérieur avec le carbone en forme de gaz acide carbonique qu'elle rend ensuite. Cette dernière explication établiroit plus d'analogie sur la formation du gaz acide carbonique dans les végétaux & les animaux que la première, aussi est-ce celle que M. Ingen-Housz a adoptée. Il fonde cette explication sur plusieurs expériences qu'il a faites, par lesquelles il s'est assuré qu'il se faisoit un changement continuel dans l'air contenu dans l'intérieur des plantes.

Pour prouver ce changement, il prend, entr'autres plantes, des joncs qui contiennent beaucoup d'air intérieur, il en met un paquet sous une cloche qui contient un gaz, soit oxigène, soit hydrogène, &c. il tire au bout d'un quart-d'heure un de ces joncs, le comprime sous l'eau, recueille ainsi l'air qu'il contient qui se trouve être le même que celui dans lequel il étoit plongé; il distribue ensuite ces joncs sous des cloches qui contiennent d'autres gaz acide carbonique, azote, hydrogène, oxigène, air atmosphérique, & au bout d'un quart-d'heure, quel que soit le gaz dans lequel le jonc ait été

plongé précédemment, il ſe trouve rempli de celui dans lequel il eſt.

Une autre analogie découverte par ce ſavant relativement à la *méphitiſation* de l'air par les individus des deux règnes, c'eſt que les plantes font paſſer à l'état d'acide carbonique dans les mêmes circonſtances, une bien plus grande quantité de gaz oxigène que d'air commun, & qu'elles vivent plus long-tems dans le premier que dans le ſecond de ces airs.

M. Ingen-Houſz dit encore que non-ſeulement les airs commun & vital paſſent à l'état de gaz acide carbonique, mais encore que les gaz hydrogène & azote ſubiſſent le même changement.

Dans la ſection où ce ſavant s'occupe de l'analogie entre l'économie des animaux & des plantes, il avance que, de même que les animaux ont beſoin de ſommeil pour réparer la perte qu'ils ont faite pendant le jour de l'emploi de leur force, de même les plantes ont beſoin d'obſcurité pour réparer l'épuiſement que leur a occaſionné le dégagement d'oxigène à la lumière.

M. Ingen-Houſz s'occupe encore dans cet ouvrage de pluſieurs autres queſtions. Ses obſervations ſur la grande quantité d'oxigène rendue par les feuilles des plantes ſous l'eau qui

ne contient point de gaz acide carbonique, la conduiſent à conclure la décompoſition de l'eau & à regarder l'oxigène dégagé comme le réſultat de cette décompoſition.

Il examine les propriétes qu'acquiert l'eau chargée d'une petite quantité d'acide carbonique, & d'une infiniment plus petite quantité des acides muriatique, nitrique & ſulfurique pour faire produire du gaz oxigène aux plantes.

Il termine ſon ouvrage par la deſcription des expériences qu'il a faites pour vérifier l'influence ſur la végétation, de l'électricité & du gaz acide carbonique employés ſéparément. Ses expériences lui ont appris que l'électricité ne produiſoit aucun effet, & qu'il lui paroiſſoit fort difficile juſqu'à préſent de déterminer celui de l'acide carbonique ſur lequel il n'oſe cependant pas prononcer.



CONSIDÉRATIONS SUR LES EXPÉRIENCES DE M. PRIESTLEY,

Relatives à la Composition de l'eau, & sur un Article du nouveau Dictionnaire de Chimie de M. KEIR;

Par M. BERTHOLLET.

M. PRIESTLEY a fait un grand nombre d'expériences qui ont paru tantôt favorables, tantôt contraires à la théorie de ceux qui regardent l'eau comme un composé d'hydrogène & d'oxigène; mais l'année dernière il en a publié quelques-unes par lesquelles il prétend détruire cette théorie. M. Keir partage non-seulement l'opinion de M. Priestley, mais c'est lui qui l'y a conduit. Il m'a fait l'honneur de m'envoyer l'article *acide nitrique*, d'un dictionnaire de chimie qu'il fait imprimer; c'est dans cet article qu'il discute & combat les idées de quelques chimistes françois sur la nature de l'eau, de l'azote & de l'acide nitrique. Il m'a

paru qu'il ne seroit pas inutile de présenter un précis des principales observations sur lesquelles on a établi une grande révolution en physique, de rappeler les différentes idées & observations de M. Priestley sur cet objet, & de mettre, pour ainsi dire, en opposition les vérités nouvelles & les difficultés auxquelles le nom de MM. Priestley & Keir doit donner de l'importance.

Les chimistes qui se sont occupés de la composition & de la décomposition de l'eau, n'ont pas tous envisagé cet objet sous le même point de vue. M. Cavendish a examiné quels étoient les produits qui résultoient de la combinaison de l'air vital & du gaz hydrogène, & de celle de l'air vital & du gaz azote; il a fait voir que le premier produit étoit de l'eau, & le second de l'acide nitrique.

Il a observé que lorsqu'on faisoit détonner le gaz hydrogène avec l'air vital, il se formoit ordinairement une petite quantité d'acide nitreux; que cette quantité d'acide nitreux étoit variable, qu'elle dépendoit de deux circonstances:

1°. Des proportions de gaz hydrogène qu'on employoit; de manière que si le résidu contenoit encore une certaine quantité d'air vital surabondant, la quantité d'acide nitreux qui s'étoit

s'étoit formée étoit plus grande, & que s'il ne reſtoit preſque plus d'air vital, il ne ſe formoit point du tout d'acide nitreux.

2°. De la proportion du gaz azote qui ſe trouve mêlé avec l'air vital ; de ſorte qu'en ajoutant à l'air vital du quart au cinquième de ſon volume de gaz azote, il a eu une plus grande quantité d'acide que lorſqu'il a fait uſage de l'air vital ſans cette addition.

M. Keir (page 117) fait à M. Cavendish, ſur ces derniers réſultats, une objection qui ne me paroît pas fondée, & qui exige qu'on entre dans quelques détails.

Dans deux premières expériences, M. Cavendish a eu plus d'acide nitreux lorſque la pureté du réſidu a été à celle de l'air commun comme 196 : à 100, que lorſqu'elle a été comme 186 : à 100 ; & dans deux autres il a eu plus d'acide nitreux lorſqu'après avoir mêlé du gaz azote, la pureté du réſidu a été à celle de l'air commun comme 78 : à 100, que lorſque le réſidu du mélange où le gaz azote n'avoit pas été mêlé s'eſt trouvé comme 90 à 100. En toute rigueur, ces expériences pourroient ſeulement prouver que la ſeconde circonſtance eſt plus favorable que la première ; mais elles ne prouvent pas même cela, ainſi qu'il eſt facile de le voir par l'explication très-juſte que

M. Cavendish donne de ce phénomène ; il l'attribue à ce que l'air vital a plus d'affinité avec le gaz hidrogène qu'avec le gaz azote, de manière qu'il faut qu'il s'en trouve une surabondance à ce qui est nécessaire à la première combinaison pour que la seconde ait lieu : or, lorsqu'on a ajouté à l'air vital, du gaz azote, le mélange est moins pur dans les expériences eudiométriques, quoiqu'il contienne autant d'air vital. M. Cavendish a employé dans les deux expériences comparatives la même quantité d'air vital & la même quantité de gaz hydrogène ; il a donc eu dans ces deux expériences la même quantité d'air vital surabondant. Si donc il s'est trouvé une différence dans les deux produits d'acide, elle n'a pu venir que d'une autre circonstance, c'est-à-dire, de l'addition du gaz azote.

M. Cavendish a employé dans deux expériences comparatives 13700 parties d'air vital & 25900 de gaz hydrogène ; il auroit fallu à peu près 27400 parties de ce dernier gaz pour achever la combinaison de l'air vital, si l'air vital eut été très-pur ; il y auroit donc eu encore près de 1500 parties d'air vital dans le résidu des deux expériences.

M. Cavendish a observé que l'air atmosphérique contient ordinairement un peu d'acide carbonique, qu'on peut en séparer par l'eau de

chaux; mais il remarque qu'il n'eſt pas facile de priver tout l'air d'acide carbonique par l'eau de chaux, & il rapporte à cette occaſion une expérience qui prouve qu'une petite quantité d'eau de chaux ne ſuffit pas pour une quantité conſidérable d'air. L'eau de chaux ne peut pas, ſelon M. Lefevre de Gineau (Journal de Phyſique, décembre 1788), dépouiller l'air vital de tout l'acide carbonique qu'il peut contenir; il prétend même qu'il peut en conſerver plus d'un quarantième de ſon poids, & qu'on ne peut l'en priver que par le lait de chaux. Comme il n'a pas donné les détails de ſes expériences, l'on pourroit ſoupçonner qu'il n'a pas fait attention à l'obſervation de M. Cavendish; & qu'agiſſant ſur des grands volumes d'air, il aura pu employer de trop petites quantités d'eau de chaux.

L'air commun lavé avec l'eau de chaux n'a point donné d'acide carbonique en détonnant avec le gaz hydrogène; mais l'air vital a toujours fait avec l'eau de chaux un petit nuage, & M. Cavendish remarque que tous les oxides métalliques préparés à l'air contiennent un peu d'acide carbonique. M. Keir oppoſe à cette obſervation que la chaux qui eſt préparée à l'air ne contient pas d'acide carbonique; mais l'on ſait que l'acide carbonique ne peut ſe combiner avec la chaux que par l'intermède de l'eau: il

paroît que les oxides métalliques n'ont pas besoin de cêt intermède.

Je dois à M. Welter, sur l'usage de l'eau de chaux, une observation qui peut être utile lorsqu'on veut reconnoître de petites quantités d'acide carbonique. L'eau de chaux a la propriété de dissoudre un peu de carbonate de chaux, comme on peut s'en assurer en soufflant dedans avec un chalumeau; l'air expiré produit un nuage qui se redissout en entier jusqu'à ce que l'eau de chaux soit saturée du carbonate qu'on a formé. Si donc l'on veut reconnoître des petites quantités d'acide carbonique par l'eau de chaux, il faut agiter dedans du carbonate de chaux en poudre avant de la filtrer, afin qu'elle en soit saturée.

Je n'ai extrait des excellens mémoires de M. Cavendish que les observations que l'on doit se rappeler pour les discussions qui suivront.

Les chimistes françois ont suivi une route différente dans leurs expériences sur l'eau; ils ont cherché à établir la composition de l'eau sur les preuves les plus rigoureuses; les expériences ont été faites sur des quantités considérables. Les substances employées, les produits, les résidus ont été examinés & pesés; après s'être convaincus de la composition de l'eau, ils ont

opéré ſa décompoſition avec les mêmes ſoins, & ils ont étendu l'application de ces grandes découvertes ſur preſque tous les phénomènes de la chimie. Je vais préſenter les réſultats de leurs principales expériences; mais je me bornerai à celles qui ont la compoſition de l'eau pour objet.

M. Monge (mémoires de l'académie 1783) a employé . . . . . 3 onc. 6 gros 27 gr. de gaz.
Il a obtenu. . . . . 3 2 45 gr. d'eau.
Son réſidu peſoit. 0 2 28

Il lui a manqué 1 gros 26 grains, & il rend raiſon des cauſes qui ont dû produire ce déficit.

Le réſidu contenoit à peu près 9 grains d'acide carbonique, 5 grains de gaz hydrogène, 130 d'air vital, & 28 de gaz azote; l'eau rougiſſoit à peine la teinture de tourneſol, & n'avoit aucune ſaveur qui la diſtinguât de l'eau diſtillée récente, ainſi que j'ai eu occaſion de l'obſerver moi-même: elle ne pouvoit contenir qu'une quantité d'acide inappréciable.

M. Monge a obtenu, dans une autre expérience faite ſur des quantités égales, des réſultats ſemblables, excepté que l'eau étoit plus décidément acide.

MM. Lavoiſier & Meuſnier qui avoient fait des expériences préliminaires par leſquelles ils

s'étoient convaincus de la compofition de l'eau, en firent une dont je vais préfenter les réfultats en préfence de vingt commiffaires nommés par l'académie, & de plufieurs autres favans. Tous les détails furent vérifiés & certifiés dans un regiftre; ces détails ne font pas encore publiés, parce que les devoirs de M. Meufnier l'ont tenu éloigné de Paris jufqu'à préfent; mais je tire les réfultats fuivans du Journal polytipe du 27 Février 1786, où ils ont été inférés d'après le regiftre de M. Lavoifier.

Le gaz oxigène qui a fervi à l'expérience pefoit 5 onces 5 gros 12 grains; il a dépofé 35 grains d'eau dans de l'alkali très-fec à travers lequel il paffoit dans un tube étroit pour parvenir au globe où fe faifoit la combuftion.

Le gaz hydrogène pefoit 6 gros 30 grains; il a dépofé dans l'alkali fec 44 grains d'humidité; c'eft donc 5 onces 4 gros 49 grains d'air vital, & 5 gros 58 grains de gaz hydrogène.

Le réfidu a pefé 6 gros 24 grains. En défalquant ce réfidu de la totalité des gaz, on a 5 onces 4 gros 11 grains; l'eau produite a pefé 5 onces 4 gros 51 grains, ce qui feroit un excès de 40 grains; & felon le Journal polytipe, l'excès n'eft que de 30 grains, différence qui vient de quelqu'erreur dans les nombres qu'on a copiés: l'on attribue ce petit excès à la chaleur

qui a dû être communiquée au gaz dont on a déterminé la pesanteur spécifique, & qui a dû abaisser cette pesanteur au-dessous de la réalité, & l'on annonce que l'on donnera une évaluation rigoureuse de la cause qui l'a produit.

L'eau formée dans cette expérience étoit acide, & contenoit par once 5 grains d'acide, abstraction faite de toute eau.

L'on s'étoit assuré par des expériences eudiométriques que l'air vital employé contenoit un douzième de son volume de gaz azote. L'on voit donc que la plus grande partie de ce résidu étoit due au gaz azote préexistant. Il devoit contenir outre cela de l'air vital qui, étant mêlé à une trop grande quantité de gaz azote, ne peut plus soutenir la combustion.

MM. Lavoisier & Meusnier concluent de cette expérience, que 100 parties d'eau sont composées de 85 parties d'oxigène en poids, & de 15 parties d'hydrogène; & cette conclusion est encore appuyée sur les expériences par lesquelles l'eau a été décomposée.

M. Lefevre (Journ. de physique, décembre 1788) a employé 254 gros 10 grains d'air vital, & 66 gros 4 grains de gaz hydrogène; il a eu 279 gros 27 grains d'eau; le résidu aériforme pesoit 39 gros 23 grains, & il n'a eu que 31 grains de déficit réel. Le résidu étoit composé

de 6 gros 30 grains d'acide carbonique, de 2 gros 52 grains d'air vital, de 30 gros 61 grains de gaz azote.

L'eau étoit acidule & contenoit, en suivant l'évaluation de Bergman pour la quantité d'acide que contient le nitre, 27 grains $\frac{1}{2}$ d'acide; mais comme cette évaluation me paroît trop foible, je porte cette quantité à 36 grains.

Dans cette expérience, l'acide nitreux n'est que la 545e partie de l'eau; le gaz azote est environ la 9e partie de l'eau, & moins du 8e du total de l'air vital employé. Mais dans l'expérience de M. Monge, le gaz azote ne faisoit que le 40e de la quantité de l'eau produite & le 38e de tout l'air employé.

Il est facile de voir d'où vient cette différence, quand on fait attention aux procédés qui ont été employés pour retirer l'air vital; le procédé de M. Monge, qui l'a retiré sans le contact de l'air atmosphérique, de la dissolution du mercure par l'acide nitrique, en rejettant les premières parties qui se dégageoient, est le meilleur qu'on connoisse pour l'avoir dans un grand état de pureté, si l'on en excepte peut-être le muriate oxigéné de potasse; mais M. Lefevre l'a retiré de l'oxide de manganèse qui donne ordinairement une quantité considérable de gaz azote & d'acide carbonique.

M. Lefevre détermine par ses expériences sur la composition de l'eau, ainsi que par celles qu'il a faites sur sa décomposition, les mêmes proportions entre l'oxigène & l'hydrogène qui la forment, que M. Lavoisier a trouvées, accord qui est bien frappant.

Dans un premier mémoire (*a*), M. Priestley a pour but de déterminer si le phlogistique existe réellement dans les métaux; il réduit des oxides de plomb dans le gaz hydrogène; il voit qu'à mesure que la réduction s'opère, le gaz disparoît, & sans faire attention au changement de poids qu'éprouve l'oxide, & à toutes les expériences que M. Lavoisier a faites sur cet objet, il conclut que les métaux contiennent de l'hydrogène ou du phlogistique, puisqu'ils l'absorbent en se réduisant.

M. Priestley a l'attention dans ces expériences de chasser par la chaleur, non pas tout l'air contenu dans les oxides de plomb, comme il le prétend (page 5), mais une partie de cet air qui se trouve ordinairement mêlée d'acide carbonique; aussi ayant réduit 101 mesures de gaz hydrogène à 2 mesures, il trouve que ces 2 mesures sont encore du gaz hydrogène pur;

(*a*) Expériences & observations sur différentes branches de la physique, tome IV, page 1.

de ſorte qu'ici il n'a point de production d'acide carbonique. Mais il obſerve avec raiſon, page 9, « qu'il faut mettre la plus grande attention à retirer d'abord du minium tout l'air » qu'il peut donner, & employer ce minium » avant qu'il ait pu abſorber d'autre air de l'atmoſphère; qu'il faut encore que l'eau qu'on » emploie en aſſez grande quantité & qui s'échauffe dans ce procédé, ait été parfaitement » purgée d'air autant qu'il eſt poſſible ».

Au moyen de ces précautions qu'il a entièrement négligées dans la ſuite, M. Prieſtley a réduit avec le gaz hydrogène des oxides métalliques ſans obtenir d'acide carbonique; mais ayant laiſſé expoſé à l'air pendant quelques ſemaines un oxide de plomb qui avoit été préparé comme les premiers, il trouva dans le réſidu une quantité conſidérable de gaz azote; & en pouſſant au feu du même oxide, il obſerva qu'il donnoit également une quantité conſidérable de gaz azote; de ſorte que celui qui s'étoit trouvé dans le réſidu avoit manifeſtement été attiré de l'atmoſphère.

M. Prieſtley prétend donner *une preuve inconteſtable* de la génération de l'acide carbonique par la combinaiſon de l'oxigène & de l'hydrogène. Il me paroît que les expériences précédentes donnoient une preuve inconteſtable

du contraire, puiſque l'oxigène des oxides de plomb s'étoit combiné avec l'hydrogène ſans donner aucun indice d'acide carbonique; les deux faits qu'il cite ſont la combuſtion du fer dans l'air vital, & la diſtillation de la limaille de fer avec l'oxide de mercure par l'acide nitrique. Dans ces deux expériences, il prétend avoir obtenu des quantités conſidérables d'acide carbonique. On peut conſulter ſur le premier fait le mémoire de M. Lavoiſier dans le premier volume des Annales chimiques, & ſur le ſecond, une lettre de M. Kirwan (Journal de phyſique, août 1785). « J'ai trouvé, dit ce » ſavant chimiſte, qu'en diſtillant la limaille de » fer bien fraîche & bien nette avec le préci- » pité rouge ou le précipité *per ſe* dans les » proportions indiquées, on ne retire point » d'air fixe ni même aucune eſpèce d'air; mais » le tout s'unit au fer, qui par-là ſe trouve » calciné ». Il eſt vrai cependant qu'il n'y a que certaines proportions qui puiſſent donner ce réſultat rigoureux, & qu'il faut même n'employer qu'un certain degré de chaleur, ſur-tout lorſqu'on ſe ſert de l'oxide de mercure par le feu ou précipité *per ſe*, parce que celui-ci contient naturellement de l'acide carbonique; & que d'ailleurs le carbure de fer qui ſe trouve toujours en plus ou moins grande quantité dans

le fer, forme avec l'oxigène un peu de cet acide qui peut rester combiné avec l'oxide de fer, mais qui en seroit chassé à un degré de feu élevé.

M. Priestley continue de s'occuper du même objet dans la section troisième. Il brûle du fer dans l'air vital, & il trouve que le fer acquiert une augmentation de poids qui approche de très-près du poids de l'air qui a disparu ; il paroît étonné de ce résultat qui a cependant été établi par un grand nombre d'expériences de M. Lavoisier. Il observe que dans cette opération il se produit une très-petite quantité d'acide carbonique. Je discuterai plus bas ce qui a rapport à cet acide. M. Priestley réduit ensuite par le moyen du gaz hydrogène, l'oxide de fer qu'il avoit formé ; il remarque qu'il perd le poids qu'il avoit acquis, il retrouve un poids d'eau à peu près égal à celui de l'augmentation que le fer avoit éprouvée par son oxidation, réuni à celui du gaz hydrogène qui s'est absorbé ; il remarque lui-même que ses évaluations ne peuvent être rigoureuses, parce qu'elles ne portent que sur des produits d'un ou de deux grains ; & il ajoute que le gaz hydrogène qui s'est absorbé se trouve avec l'oxigène dans la proportion convenable pour former de l'eau. Pour s'assurer que l'eau ne venoit

pas du gaz hydrogène, il prend du gaz hydrogène bien ſec; mais le réſultat eſt le même. L'oxide de cuivre & celui de mercure donnent le même produit.

M. Prieſtley s'eſt convaincu que le fer ne donne du gaz hydrogène que par le moyen de l'eau; & il conclut d'une expérience qu'il fait ſur le charbon exposé à l'action d'un verre ardent dans un récipient dont il éloigne toute humidité, « que l'eau eſt auſſi néceſſaire à la » production de l'air inflammable du charbon, » qu'elle l'eſt à celle de l'air inflammable tiré » du fer (page 22) ». Il fait paſſer de l'eau en vapeur ſur du charbon dans un tube échauffé; il en retire du gaz hydrogène carboné & de l'acide carbonique. Il établit des calculs pour prouver que tout le gaz inflammable pouvoit provenir du charbon; mais ſes calculs ſont eſſentiellement fautifs, en ce qu'il regarde comme acide carbonique tout formé, celui qu'il retire du gaz hydrogène carboné en le brûlant avec l'air vital, tandis que ce gaz tient ſeulement en diſſolution du carbone qui forme enſuite de l'acide avec l'oxigène, ainſi que le reconnoît M. Kirwan.

Pour expliquer enſuite la formation de l'acide carbonique qu'il a obtenu, il eſt obligé de dire, « que l'eau a été altérée au point d'être changée

» en air fixe ». M. Prieſtley fait paſſer de l'eau ſur du fer ; il en retire, comme on l'avoit déjà fait, du gaz hydrogène ; le poids du fer augmente de près du tiers ; il reconnoît qu'il eſt dans cet état ſemblable à celui qui a été oxidé dans l'air vital. « Il trouve qu'il eſt difficile » d'expliquer ce fait autrement qu'en ſuppo» ſant que l'eau eſt compoſée de deux eſpèces » d'air, ſavoir, l'air inflammable & l'air dé» phlogiſtiqué ». Mais il croit que l'oxigène, en s'abſorbant, ſe combine avec l'hydrogène exiſtant dans le fer pour former de l'eau ; de ſorte que, ſelon lui, un oxide de fer eſt une combinaiſon du fer & de l'eau ; & lorſque l'hydrogène réduit le fer, il ne fait qu'en chaſſer l'eau en ſe combinant avec le fer. Remarquons que l'explication que nous donnons de ce fait ne diffère de celle de M. Prieſtley, qu'en ce qu'elle épargne une ſuppoſition, celle de l'hydrogène exiſtant dans le fer, & y exiſtant dans des proportions ſi prodigieuſement égales, qu'il faut pour réduire le fer la même quantité d'hydrogène qu'il faudroit pour ſaturer l'air vital qui s'eſt combiné avec lui.

M. Prieſtley veut réduire l'oxide de fer par le moyen du charbon ; après les avoir fortement échauffés, il n'obtient pas de l'eau, mais du gaz hydrogène carboné & de l'acide carbonique.

Il prétend que cette expérience détruit la doctrine de ceux qui ne veulent admettre le phlogistique ou hydrogène que dans les substances dans lesquelles on en a prouvé directement l'existence; mais, 1°. son expérience me paroît défectueuse en ce qu'il n'a examiné que des portions de son produit; 2°. si l'on compare la gravité spécifique de l'acide carbonique à celle du gaz hydrogène carboné, il est probable qu'il a obtenu beaucoup plus en poids du premier que du dernier; dans un de ses essais l'acide carbonique faisoit le cinquième du volume; 3°. le charbon tenu en dissolution faisoit une grande partie du poids du gaz inflammable; 4°. il paroît, par un grand nombre d'expériences que le charbon retient fortement de l'hydrogène; aussi avons-nous distingué le principe charboneux ou carbone du charbon ordinaire. L'explication que donne M. Priestley de ce phénomène, revient à ce qu'il avoit dit auparavant, c'est-à-dire, que le charbon donne le gaz inflammable, & que l'eau se change en acide carbonique.

Dans la section suivante, M. Priestley décrit un appareil dont il s'est servi pour brûler du gaz hydrogène dans l'air, & il dit que lorsqu'il a brûlé de cette manière de l'air inflammable tiré du fer pur, l'eau qu'il a recueillie s'est trouvée

parfaitement exempte d'acidité (page 152).

Je paſſe ſur un grand nombre d'expériences qui ſe trouvent dans la ſuite de ce volume & qui ont du rapport avec les précédentes qu'elles contrediſent quelquefois, & que d'autres fois elles tendent à confirmer.

Dans un mémoire qui a ſuivi cet ouvrage (*a*), M. Prieſtley décrit trois expériences, dans l'une deſquelles il obtint un quart de grain d'eau, & dans les deux autres réunies, un grain & demi. Voilà les expériences que l'on oppoſe à celles dans leſquelles on a obtenu des livres d'eau.

M. Prieſtley trouva que cette eau rougiſſoit la teinture de tourneſol. Pour ſavoir quel acide il contenoit, il chercha à s'en procurer de plus grandes quantités, & pour cela il fit ſes exploſions dans un vaſe de cuivre. Il retira l'air vital dont il ſe ſervit, de l'oxide noir de mangancèſe, de l'oxide de mercure par l'acide nitrique, de l'oxide rouge de plomb. Il obtint une liqueur bleue, du bleu le plus foncé, lorſque l'air avoit été retiré de l'oxide de manga-

(*a*) Expériences & obſervations relatives au principe d'acidité, la compoſition de l'eau & le phlogiſtique. *Journal de phyſique*, *août* 1788.

nèſe,

nèſe, & du bleu le plus léger, lorſqu'il l'avoit retiré de l'oxide de plomb. M. Prieſtley regarde comme un pur accident cette différence de couleur ; elle me paroît cependant indiquer clairement que dans le premier cas il s'eſt formé une plus grande quantité d'acide, parce que l'air retiré de l'oxide de manganèſe étoit beaucoup moins pur & contenoit beaucoup plus de gaz azote que celui qui étoit retiré de l'oxide de plomb.

Pour prouver que l'air vital contient beaucoup d'eau (car enfin il faut bien chercher à expliquer d'où peut venir l'eau qu'on obtient), M. Prieſtley décrit des expériences dont il conclut que l'acide carbonique en contient près de la moitié de ſon poids, lorſqu'il eſt dans l'état élaſtique. Le carbonate de baryte naturel ne donne point d'acide carbonique lorſqu'on le pouſſe au feu ; mais M. Prieſtley a trouvé qu'en faiſant paſſer deſſus de la vapeur d'eau, l'acide carbonique ſe dégageoit, & il détermine par la perte de l'eau qu'il éprouve, la quantité qui a dû ſe combiner avec l'acide carbonique ; 60 grains d'eau, ſelon ſon évaluation, ſont entrés dans 147 grains d'acide carbonique.

On pourroit faire pluſieurs objections contre cette évaluation.

1°. M. Prieftley n'a point examiné la perte qu'a éprouvée la baryte, ce qui étoit néceffaire.

2°. Il évalue le poids de 330 onces mefures d'acide carbonique, à 294 grains, ce qui eft au-deffous du poids réel de cet acide.

3°. L'acide carbonique échauffé a diffous une quantité d'eau qu'il a dépofée en fe refroidiffant, & M. Prieftley ne paroît avoir fait aucune attention à l'influence de la température.

Je paffe une autre expérience qu'il a faite avec l'acide muriatique, & qui eft fujette à de plus grandes difficultés encore que la précédente. Je fuppofe même que l'acide carbonique contient la moitié de fon poids d'eau; l'air vital ayant moins de gravité fpécifique & fe diffolvant lui-même en beaucoup plus petite quantité dans l'eau que l'acide carbonique, doit en diffoudre beaucoup moins lui-même; mais qu'on fuppofe que l'air vital contient la moitié de fon poids d'eau, & qu'on examine fi avec cette fuppofition on parvient à expliquer les expériences dont on a préfenté le précis.

M. Prieftley tâche d'expliquer les phénomènes qu'on attribue à la décompofition de l'eau; il ne trouve pas invraifemblable que tous les acides fe convertiffent les uns dans les autres, que l'acide nitrique fe change en acide carbo-

nique. Il avoit dit précédemment que l'eau se changeoit en acide carbonique.

Dans un mémoire suivant (*a*), M. Priestley donne des détails sur les produits d'une expérience qu'il avoit décrite & qui avoit été faite beaucoup plus en grand que les autres. M. Keir s'étoit chargé d'examiner 442 grains d'une liqueur qui avoit été formée dans un vase de cuivre, & qui contenoit du nitrite de cuivre. Comme M. Priestley rend d'une manière très-équivoque les résultats de ces expériences, je les tirerai d'une lettre de M. Keir qui est à la suite du mémoire (*ibid.* page 323). Cette liqueur étoit verte; elle surnageoit un dépôt de 72 grains d'un oxide brun de cuivre. En la laissant évaporer, il se déposa, par la seule exposition à l'air, une poudre verte insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides.

Je m'arrête à cette circonstance qui demande attention, parce qu'il me paroît en résulter une erreur considérable dans le calcul de M. Keir. Il compare cette partie insoluble au précipité qui se forme lorsqu'on a séché à une forte chaleur du nitrate de cuivre, & qu'on veut le

(*a*) Additional experiment. and observations, &c. *Transact. philosophiques*, *volume XXVIII*, *p.* 313.

rediſſoudre; & il ſuppoſe que le précipité vient de ce qu'une partie de l'acide néceſſaire à la diſſolution s'eſt échappée ou manque d'une manière qu'il n'explique pas. Delà, pour évaluer la quantité d'acide qui étoit dans la liqueur, il diſſout la partie inſoluble dans l'acide ſulfurique; il juge par la quantité de cet acide qui eſt néceſſaire pour la diſſoudre, de la quantité d'acide nitrique qui a dû diſparoître; & il ajoute à la quantité d'acide nitreux qu'il trouve dans la diſſolution, celle qu'il ſuppoſe ainſi y avoir exiſté. Il vient à bout par cette ſuppoſition de doubler à peu près la quantité de l'acide contenu dans la liqueur.

La véritable raiſon du phénomène me paroît être que l'acide qui étoit, comme en convient M. Keir, dans l'état d'acide nitreux ou dans l'état *phlogiſtiqué*, a tiré peu à peu l'oxigène de l'atmoſphère, & s'eſt mis dans l'état d'acide nitrique qui eſt un acide beaucoup plus fort & qui exerce des affinités beaucoup plus actives. Or, ſelon l'obſervation de l'exact Bergman, un acide plus foible demande pour ſa ſaturation beaucoup plus de baſe qu'un acide qui agit par une attraction plus forte. L'acide nitreux, en ſe convertiſſant en acide nitrique, doit donc abandonner une partie de ſa baſe.

Il y a apparence que ce changement d'acide

nitreux en acide nitrique a eu lieu dans les expériences que l'on a faites pour déterminer la quantité d'acide qui s'eſt trouvée dans l'eau qu'on a formée dans différentes expériences. Cela devient indifférent pour la quantité d'azote que l'on veut eſtimer, ſi au lieu d'un tiers du poids de l'acide nitreux qui eſt à peu près ce que donnent les expériences de M. Cavendish, on ne prend que le cinquième qui paroît être à peu près la véritable proportion de l'azote dans l'acide nitrique. Il faut cependant excepter les expériences dans leſquelles on a permis à l'acide nitreux d'abſorber de l'air vital après qu'il a été formé, comme dans les dernières expériences qu'a publiées M. Cavendish, & dans leſquelles cette ſeconde abſorption & ſa cauſe n'ont pas échappé à ce grand chimiſte.

De ces conſidérations il réſulte, 1°. qu'il faut ſans crainte d'erreur ſupprimer de l'évaluation de MM. Keir & Prieſtley preſque la moitié de l'acide; 2°. qu'il ne faut prendre que le cinquième ou tout au plus le quart de cet acide pour déterminer la quantité de l'azote qui eſt entré dans ſa compoſition.

M. Keir verſe ſur la diſſolution cuivreuſe de la diſſolution de carbonate de potaſſe juſqu'à ce qu'il ne ſe forme point de précipité; il examine enſuite combien une même quantité de

cette diſſolution alkaline ſature d'acide ſulfurique, & combien une quantité d'acide ſulfurique égale à celle qui a été ſaturée décompoſe de nitre. L'on ſait qu'il faut un excès de précipitant pour effectuer en entier un précipité. Ainſi il a dû employer plus d'alkali qu'il n'en eut fallu pour ſaturer l'acide nitrique; mais paſſons ſur cette cauſe, qui a pu augmenter conſidérablement l'évaluation de M. Keir.

Il a dû ſe trouver dans les 442 grains de liqueur autant d'acide qu'il s'en trouve dans 23 grains de nitre, c'eſt-à-dire, à peu près 10 grains ou $\frac{1}{44}$. Cette liqueur contenoit donc moins d'acide que celle dont M. Cavendish avoit déjà retiré 2 grains de nitre ſur 30 grains, & voilà à quoi ſe réduit cette fameuſe expérience de M. Prieſtley dont les réſultats avoient été ſi bien prévus & analyſés par M. Cavendish; cependant il y a une circonſtance qui paroît nouvelle. Dans les proportions de gaz hydrogène & d'air vital qu'a employées M. Prieſtley, il n'auroit point dû former d'acide, ſelon les obſervations de Cavendish; il faut donc, ainſi que le remarque M. Keir, que le cuivre ait décidé la formation de l'acide nitreux, comme l'alkali la favoriſe dans l'expérience de M. Cavendish. C'eſt une obſervation qu'il faut ajouter aux nombreuſes découvertes de M. Prieſtley.

Il y a dans les opérations qui se font dans les vaisseaux de métal une circonstance qui est défavorable à la proportion de l'eau qui se forme ; c'est que le métal absorbe de l'oxigène, lequel, sans cela, auroit servi à augmenter la quantité de l'eau. Ainsi, dans l'expérience de M. Priestley, sans parler de la partie du vase qui a dû rester oxidée, & de la partie qui s'est dissoute dans l'acide nitreux, il y a eu 72 grains d'oxide. C'est donc plus de 6 grains d'oxigène qui auroient formé près de 8 grains d'eau.

M. Priestley conclut de son expérience, que l'acide nitreux qu'il a formé fait la vingtième partie du poids de l'air vital (& elle ne peut en faire la quarante-quatrième), & qu'une partie d'air vital tient en dissolution 19 parties d'eau; mais dans cette singulière évaluation il ne fait entrer pour rien le poids du gaz hydrogène, qui cependant a dû faire le sixième du poids de l'air vital, & qui par conséquent a été lui seul trois fois plus pesant que l'acide trouvé, même en laissant toutes les exagérations de sa quantité.

Dans le volume suivant des transactions philosophiques, M. Priestley cherched'abord à concilier ses résultats avec ceux de M. Cavendish; il croit que leur différence dépend du degré de température auquel ils ont opéré, que les

expériences de M. Cavendish ont été faites par une électrisation lente, & les siennes par une ignition rapide.

1°. Les degrés de température méritent certainement une grande attention en chimie; mais il ne faut pas en abuser, & toutes les fois qu'on a un certain produit dans une expérience à un degré de température peu élevé, & un autre à une température plus élevée; ce premier produit prend la nature du dernier lorsqu'on l'expose au degré de chaleur qui a servi à la production du dernier. D'après ces principes, en élevant l'eau pure que M. Cavendish a eue dans quelques-unes de ses expériences au degré de chaleur qu'a employé M. Priestley, on devroit la changer ou en acide carbonique, ou en acide nitreux; car M. Priestley a alternativement adopté ces deux changemens.

2°. L'expérience de M. Monge, qui n'a eu que 9 grains d'acide carbonique contre plus de 3 onces d'eau, & presque point d'autre acide, s'est faite à une température au moins aussi élevée que celle de M. Priestley.

Ici M. Priestley perd de vue l'explication qu'il avoit donnée dans le mémoire précédent. Ce n'est plus l'air vital qui contient le principe d'acidité, & 19 parties d'eau contre 1 de ce principe. C'est du gaz hydrogène que ce prin-

cipe eſt dégagé dans la ſimple ignition, & toute l'eau qui étoit tenue en diſſolution par les deux airs eſt précipitée (page 8). Dans cette explication, le poids de l'acide eſt donc dû au gaz hydrogène, & pour être conſéquent, 20 parties d'air vital contiennent 20 parties d'eau.

M. Prieſtley a répété l'exploſion dans un vaiſſeau de cuivre avec l'air atmoſphérique, & quelquefois il n'a point eu d'acide, d'autre fois il en a eu une très-petite quantité. Il ne fait point attention aux faits pareils diſcutés par M. Cavendish, mais il ſuppoſe, & M. Keir ſe ſert auſſi de cette ſuppoſition, que lorſqu'il n'a pas trouvé de l'acide ou qu'il n'en a trouvé que très-peu, il eſt reſté dans l'état de gaz, parce qu'il étoit alors fortement *phlogiſtiqué*. Heureuſement les expériences qui ont été faites en France, & dans leſquelles le poids & les propriétés des réſidus ont été examinés avec le plus grand ſoin, nous mettront en état de déterminer ſi cette ſuppoſition a quelque fondement. M. Prieſtley remarqua auſſi que lorſqu'il mêloit du gaz azote à l'air vital *très-pur*, il avoit moins d'acide que lorſqu'il ne faiſoit point ce mélange. Il dit que l'air le plus pur étoit employé à ces expériences; car il étoit retiré de l'oxide de mercure par le feu ou *précipité per ſe*.

Dans un voyage que M. Blagden fit à Paris en 1788, il me dit que M. Prieſtley deſiroit que je lui envoyaſſe de l'oxide de mercure qui lui manquoit. Je n'en avois pas. Je m'adreſſai à M. Leblanc, qui eſt connu avantageuſement par ſes mémoires ſur la criſtalliſation de pluſieurs ſels, & qui prépare l'oxide de mercure, par le feu, avec beaucoup de ſuccès. M. Leblanc eut la bonté de m'en envoyer deux onces, j'en remis une à M. Blagden pour M. Prieſtley, qui répéta ſes expériences avec l'air qu'il en retira.

Cette fois il n'obtint pas de l'acide nitreux; mais il trouva dans le réſidu une proportion conſidérable, dit-il, d'acide carbonique : il ſe rappela que dans une expérience précédente dans laquelle il avoit obtenu *une goute* de liqueur, page 12, il s'étoit contenté d'examiner cette goute avec la teinture de tourneſol, & que c'étoit ſeulement de la couleur qu'elle lui avoit communiquée, qu'il avoit conclu qu'il s'étoit formé de l'acide nitreux. De ces expériences où l'on oppoſe une goute à des livres que d'autres phyſiciens ont obtenues & examinées, M. Prieſtley conclut qu'un acide eſt toujours le produit de la combinaiſon du gaz hydrogène & de l'air vital; que ſi l'air vital ſe trouve *dans l'état naiſſant*, il forme de l'acide

carbonique ; que si au contraire il est dans l'état élastique, il produit de l'acide nitreux. Voyons d'abord d'où l'acide carbonique qu'il a obtenu dans ces dernières expériences a pu tirer son origine.

M. Priestley dit que l'oxide de mercure ne donnoit point d'acide carbonique par la chaleur. Cette assertion m'engagea à distiller dans un appareil pneumato-chimique 50 grains du même oxide de mercure que M. Priestley avoit employé à ses dernieres expériences. J'en reçus l'air sur l'eau de chaux qui d'abord ne parut point se troubler; mais après environ un quart d'heure, il se forma un précipité assez considérable. Cet oxide de mercure contenoit donc de l'acide carbonique; mais d'où vient qu'il ne trouble pas tout de suite l'eau de chaux? c'est qu'il est tenu en dissolution par l'air vital.

Je rapporterai à cette occasion une observation qu'a faite en ma présence M. Velter. Si on laisse dans un flacon de l'air atmosphérique en contact avec une eau imprégnée d'acide carbonique, cet air se dilate, fait effort & produit un sifflement lorsqu'on débouche le flacon, parce que l'acide carbonique en se dissolvant dans l'air reprend l'état élastique, comme MM. de Landriani & de Saussure ont ob-

fervé que l'eau elle-même le faifoit : fi l'on renouvelle quelquefois cet air, l'eau finit par ne plus donner d'indice d'acide carbonique. L'on voit donc que l'air a plus d'affinité avec l'acide carbonique que l'eau elle-même, & qu'il le lui enlève du moins jufqu'à un certain degré de faturation. Il paroît que lorfqu'on le chaffe de l'eau, il entraîne avec lui une portion de l'air qui étoit tenu en diffolution dans l'eau ; & qu'on n'auroit peut-être pas pu en chaffer par la fimple chaleur ; delà vient que cet acide laiffe toujours un réfidu lorfqu'on veut le rediffoudre après l'avoir chaffé de l'eau.

Il n'eft donc pas furprenant que lorfqu'il ne fe trouve dans l'air que la quantité d'acide carbonique qu'il peut tenir en diffolution, on ne puiffe pas facilement le féparer par l'eau de chaux, comme l'a remarqué M. Cavendish ; il eft poffible même qu'on ne puiffe pas l'en priver entièrement par ce moyen, ainfi que le penfe M. le Fèvre ; ajoutez à cela que fi l'eau de chaux n'eft pas faturée de carbonate de chaux, elle peut prendre de l'acide carbonique fans fe troubler, fur-tout lorfque cette abforption ne fe fait pas tout-à-coup ; mais fi l'on fait difparoître rapidement l'air vital, comme lorfqu'on forme de l'eau, alors l'acide carbonique qui fe trouve libre fe laiffe appercevoir facilement.

M. Prieſtley ſe contente de dire relativement à l'expérience que j'analyſe, que le réſidu qui étoit reſté dans le vaſe contenoit une proportion conſidérable d'acide carbonique, ſans énoncer même quelle étoit la quantité du réſidu; mais jugeons-en par les expériences qui ſuivent. Dans l'une il a réduit 10 onces meſures de gaz hydrogène à 1,1 once meſure par le moyen de l'oxide de mercure par l'acide nitrique, ce réſidu contenoit 0,07 once meſure d'acide carbonique : dans une autre faite avec l'oxide de mercure par le feu 8 $\frac{1}{2}$ onces meſures de gaz hydrogène, ont été réduites à 2 $\frac{1}{2}$ onces meſures de réſidu qui contenoit 0,04 d'acide carbonique.

M. Prieſtley dans ces expériences ne fait nulle attention au changement de température ; il n'y fait aucun uſage du thermomètre, & cette précaution ſeroit bien eſſentielle, lorſqu'on vient de faire une expérience avec le verre ardent, & que l'on introduit une liqueur froide dans l'appareil que l'on vient d'échauffer ; de ſorte qu'une grande partie des diminutions par leſquelles M. Prieſtley a jugé de la quantité de l'acide carbonique, peut être attribuée au changement de température : mais admettons que de ſi petites quantités ayent été bien déterminées, elles n'excèdent pas ce que l'oxide,

dont on a fait usage, a dû fournir; dans la dernière expérience, il a dû se former près de trois grains d'eau, & M. Priestley ne porte son attention que sur un produit qui n'est pas la soixante-dixième partie de celui-là pour expliquer tout le phénomène.

L'air que j'avois retiré de l'oxide de mercure, & dont j'avois séparé l'acide carbonique, fut exposé à l'action du sulfure alkalin, & il laissa un résidu qui faisoit le tiers du total, pendant que l'air vital retiré du muriate oxigené de potasse, & exposé de même, ne laissa qu'un cent vingt-sixième de résidu. Voilà donc cet air que l'on regarde comme très-pur, qui contient de l'acide carbonique, & un tiers en volume de gaz azote; peut-on être surpris après cela qu'il donne dans son état naissant de l'acide carbonique & de l'acide nitreux lorsqu'on le fait détonner avec le gaz hydrogène? Mais si l'on ajoute à un pareil air du gaz azote, on le rapproche de l'état de l'air atmosphérique, & si l'on emploie les mêmes proportions de gaz hydrogène, l'on doit former moins facilement de l'acide nitreux, conformément aux belles observations de M. Cavendish.

M. Priestley n'a pas sans doute toujours employé un air aussi impur; celui qu'on retire de l'oxide de manganèse, sur-tout lorsqu'on ne

rejette pas la première partie, peut cependant l'être encore plus : celui qu'on retire de l'oxide rouge de plomb, paroît plus pur, aussi M. Priestley a-t-il obtenu par le moyen de cet air dans un vase de cuivre une liqueur beaucoup moins colorée qu'avec le précédent ; cependant il avoit prouvé que l'oxide de plomb attiroit le gaz azote de l'atmosphère, car après avoir chassé par la chaleur une portion de l'air de l'oxide de plomb, & après l'avoir laissé exposé pendant quelque tems à l'air, il en avoit ensuite retiré du gaz azote, comme on l'a vu ci-dessus. Il avoit bien observé à cette époque qu'il falloit chasser par la chaleur tout l'air qui peut s'en dégager pour le traiter avec le gaz hydrogène ; aussi avoit-il eu par cette précaution de l'eau sans aucun indice d'acide carbonique, quoiqu'elle eût été formée par le moyen de l'oxigène ou de l'air vital dans l'état naissant ; mais ce qui me paroît singulier, c'est que dans le mémoire même M. Priestley dit, page 17, qu'ayant chassé d'un oxide de plomb par la chaleur tout l'air qui peut s'en dégager, & l'ayant traité avec le gaz hydrogène, il a eu de l'eau sans acide, que du moins les indices d'acide carbonique ont été si foibles qu'il n'y a point eu de diminution de volume, & que les apparences ont été absolument les mêmes que

lorſqu'il s'eſt ſervi de l'oxide de fer qu'il appelle *finery cinder*.

Voilà donc deux oxides, par le moyen deſquels M. Prieſtley a formé de l'eau ſans acide carbonique & ſans acide nitreux; mais il prétend que l'oxide de fer contient de l'eau pure, & que les autres oxides contiennent le principe de l'acidité; cependant l'oxide de plomb dont on vient de parler, lui a donné abſolument les mêmes réſultats que l'oxide de fer. *J found the réſults in all reſpects the very ſame.* Cet oxide de fer ne diffère donc pas des autres oxides; puiſqu'il n'a fallu qu'une chaleur préliminaire pour mettre l'oxide de plomb en état de donner les mêmes réſultats, *the very ſame*; ou plutôt il n'en diffère qu'en ce que les autres contiennent un peu d'acide carbonique, comme l'a déjà obſervé M. Cavendish, & ordinairement plus ou moins d'azote; mais l'on peut chaſſer l'un & l'autre ſans changer leur nature d'oxide.

Relativement au carbure de fer ou plombagine qui ſe trouve dans le fer, & qui dans quelques expériences, donne naiſſance à l'acide carbonique, je me bornerai à faire quelques obſervations générales; car je ſerois entraîné dans trop de longueur, ſi je ſuivois pas

à

à pas M. Prieſtley ſur cet objet dont il s'occupe beaucoup dans ſes mémoires.

Le fer contient plus ou moins de carbure de fer, dont le carbone ſe diſſout plus ou moins dans l'hydrogène qui ſe dégage d'une diſſolution de ce métal ; mais lorſqu'on ſe ſert de fer doux, & que la diſſolution ſe fait avec peu de chaleur, la quantité de carbone qui ſe diſſout eſt ſi petite, qu'elle ne peut donner naiſſance à une quantité ſenſible d'acide carbonique, à moins qu'on ne faſſe l'expérience fort en grand; auſſi n'eſt-ce point à cette cauſe qu'il faut attribuer l'acide carbonique qu'a obſervé M. Prieſtley dans ſes dernières expériences faites ſur de ſi petites quantités : cela eſt même prouvé par ſes réſultats ; puiſqu'il n'a point eu d'acide carbonique avec l'oxide de plomb pouſſé à la chaleur, ni avec l'oxide de fer. Cet acide venoit donc uniquement des oxides qu'il a employés.

C'eſt autre choſe lorſqu'on brûle du fer dans l'air vital; néceſſairement le carbure de fer ſe brûle & forme de l'acide carbonique ; il faut que cet acide reſte combiné dans l'oxide de fer qui s'eſt formé, ou qu'il ait pris l'état élaſtique ; mais il n'eſt pas reſté combiné dans l'oxide de fer, puiſque celui-ci étant réduit par du gaz hydrogène, il n'a donné que de l'eau

dans l'obſervation réitérée de M. Prieſtley : il faut donc qu'on le retrouve dans le réſidu aériforme. Voyons ſi la quantité qu'on y obſerve eſt plus grande que celle qui peut venir de cette cauſe. M. Prieſtley dit que M. Bergman a déterminé la quantité de carbure de fer qui peut ſe trouver dans 100 grains à 0,12 grains, mais M. Bergman dit que 100 grains de fer forgé peuvent contenir depuis 0,05, jusqu'à 0,20 grains de cette ſubſtance. M. Prieſtley compare le poids de l'acide carbonique avec celui du carbure de fer qui ſe trouve dans un poids donné de ce métal; mais une partie de carbure de fer fait avec la quantité néceſſaire d'air vital, à peu-près quatre fois ſon poids d'acide carbonique, de ſorte qu'au lieu de faire la comparaiſon poids à poids, il faut quadrupler le poids du carbure de fer pour trouver la quantité d'acide carbonique qu'il peut former. Si l'on fait cette correction, l'on trouve dans les exemples de M. Prieſtley indépendamment des erreurs de détermination qui ont dû provenir des changemens de température qui ont été négligés, que la quantité d'acide carbonique qu'il a obſervée dans différentes expériences, eſt inférieure à cette proportion, de ſorte que le fer dont il s'eſt ſervi a dû contenir une moindre quantité de car-

bure que celle qui ſe trouve dans quelques eſpèces de fer. Par exemple lorſque M. Prieſtley a fait diſparoître, dans une expérience, ſix onces meſures d'air, il a oxidé plus de vingt grains de fer, & par conſéquent il a pu avoir plus de 0,16 grains d'acide carbonique; ſans parler de celui qui ſe trouvoit preſque toujours dans l'air vital dont il faiſoit uſage.

Il faudroit ſans doute connoître pluſieurs autres articles du dictionnaire de M. Keir, pour entrer dans une diſcuſſion approfondie de ſes opinions; mais il a donné de la publicité à celui dans lequel il traite de l'acide nitrique, & dans lequel il tâche de réfuter la compoſition de l'eau. (*Journ. de Phyſ.* 1789.)

M. Keir paroît avoir détourné ſon attention des faits établis avec tant de ſoins, & dont j'ai préſenté le précis, pour aſſujétir la marche de la nature à l'idée que l'air vital doit toujours produire un acide lorſqu'il ſe combine avec un corps combuſtible; puiſqu'avec le ſoufre il forme l'acide ſulfurique; avec le phoſphore, l'acide phoſphorique; avec l'arſenic, l'acide arſénique; avec le charbon, l'acide carbonique; avec les ſubſtances végétales par le moyen de la fermentation, l'acide acéteux, & avec les métaux, les différens oxides que l'on reconnoît pour participer plus ou moins à la nature des

acides, ſelon la quantité d'air vital qu'ils ont abſorbé, *page* 114. De-là il a conclu que le réſultat de la combuſtion du gaz hydrogène devoit être un acide ; c'eſt par cette analogie qu'il a conduit M. Prieſtley à ſes dernières obſervations, & c'eſt la baſe ſur laquelle ils ont élevé l'opinion qui a été commune entr'eux pendant quelque tems.

Cette idée appartient inconteſtablement à M. Lavoiſier ; elle l'a conduit à pluſieurs découvertes qui ont été appréciées par les phyſiciens. *L'analogie*, dit-il, mém. de l'académie 1781, page 471, *m'avoit porté invinciblement à conclure que la combuſtion de l'air inflammable devoit également produire un acide.* Mais M. Lavoiſier a ſenti que toutes les analogies doivent diſparoître devant des faits poſitifs ; & qu'il y a entre les analogies les plus fortes & les faits, la différence qui ſe trouve entre les probabilités & la certitude.

M. Keir dit que M. Prieſtley a toujours trouvé que la quantité d'eau étoit inférieure en poids aux gaz employés ; mais M. Prieſtley n'a jamais peſé les réſidus gazeux, il a produit des grains d'eau dont une partie inappréciable devoit adhérer aux vaiſſeaux, il n'a point fait attention aux changemens de température, &c. : au contraire les expériences authentiques qui

ont été faites, & fur lefquelles on doit établir fon opinion, à moins que celles qu'on pourroit oppofer n'euffent été faites avec un foin plus grand encore, préfentent dans les produits un poids tellement approché de celui des compofans, que l'on peut dire que jufqu'à préfent l'on n'a dans aucune expérience porté fi loin la précifion. Dans l'expérience de M. Lavoifier il y a entre les fubftances employées & leur produit une différence d'un cent vingt-troifième, & dans celle de M. le Fevre elle n'a été que d'un quatre cents foixante unième, & encore ces différences étoient en fens contraire.

Pour rejeter des faits pofitifs, M. Keir cite quelques altérations que l'on a obfervées dans le gaz hydrogène abandonné fur l'eau, dans des mélanges de ce gaz & d'air vital, celle que le gaz hydrogène a éprouvée par la refpiration, & le changement qu'a éprouvé, par l'électricité, le gaz inflammable tiré de l'efprit de vin. Je ne fais ce qui a pu fe paffer dans ces épreuves dont on ignore la plupart des circonftances, dans lefquelles on ne trouve aucun rapport de poids qui puiffe conduire à une conféquence, & lier ces phénomènes entr'eux ou aux autres faits établis par des expériences précifes.

C'eſt de ces ſeules obſervations que M. Keir conclut que l'hydrogène ſert à former le gaz azote qui enſuite entre dans la compoſition de l'acide nitrique, dernier réſultat de la combuſtion du gaz hydrogène & de l'air vital ; & ſi l'on n'a pas toujours trouvé de l'acide, il penſe que cela vient de ce que cet acide a pu reſter en gaz dans un état de combinaiſon qui peut n'être pas encore connu, que dans cet état il aura pu échapper aux recherches des phyſiciens, & que toute l'eau qu'on trouve eſt ſimplement précipité des gaz qui la tenoient en diſſolution.

Puiſque l'on a des expériences dans leſquelles aucun poids n'a été négligé, quelle que ſoit la nature du réſidu, l'on pourra voir ſi cette ſuppoſition peut avoir quelque réalité. Je prendrai l'expérience de M. le Fèvre qu'on peut regarder comme favorable à l'opinion de M. Keir, parce que l'air vital ayant été moins pur que dans les autres, le réſidu a été plus conſidérable. Il a eu un réſidu de 2221 grains qu'il a pris pour du gaz azote. Joignons le poids de l'acide carbonique qui étoit de 462 grains, & encore celui de l'acide nitreux qui étoit de 36 grains ; le total fait 2719. Il y a eu en gaz hydrogène ſeul 4752 grains ; or 4752 n'ont pu entrer dans 2719 ; mais, dira-

t-on, le gaz hydrogène contient beaucoup d'eau, & il aura abandonné cette eau. M. Keir me dit dans une lettre qu'il m'a fait l'honneur de m'écrire qu'il regardoit les gaz comme de l'eau tenue en diſſolution ; mais ſi cela eſt, le réſidu qui étoit dans l'état gazeux, devoit encore être de l'eau tenue en diſſolution, & comme il ſurpaſſe preſque du double le poids du gaz hydrogène, il en réſulte toujours qu'il ne peut repréſenter même le poids du gaz hydrogène; forçons les ſuppoſitions, & admettons qu'il le repréſente. Que ſera devenu l'air vital? le gaz hydrogène ſeul ſurpaſſe de près de moitié le poids du réſidu, & nous avons ſix fois autant d'air vital dont la diſparition devient inexplicable.

Si les gaz ſont de l'eau en diſſolution, il ne faut pas faire attention au réſidu qui eſt gazeux, & qui par conſéquent eſt de l'eau tenue en diſſolution; il faut que les principes qui ont formé 36 grains d'acide nitreux ayent pu tenir en diſſolution toute l'eau qui s'eſt précipitée; c'eſt-à-dire que 36 grains ayent tenu en diſſolution 18715 grains d'eau.

Quel doute peut-il reſter encore ſur la compoſition de l'eau? L'on obtient un poids d'eau égal à celui des gaz qui diſparoiſſent, autant

que les moyens qu'il eſt poſſible aux Phyſiciens d'employer peuvent le permettre ; l'on trouve peu de réſidu gazeux lorſqu'on emploie un air vital qui contient peu de gaz azote, comme l'a fait M. Monge, & une plus grande quantité quand on a employé un air vital moins pur, comme il eſt arrivé à MM. Lavoiſier & Meuſnier qui avoient déterminé le degré de pureté de leur air avant de le ſoumettre à la combuſtion ; & comme il eſt arrivé à M. le Fèvre qui a retiré le ſien de l'oxide de manganèſe qui donne quelquefois un telle quantité de gaz azote qu'on peut l'en retirer preſque pur, comme l'a fait M. Seguin. L'on ſait d'où vient le gaz carbonique qui ſe trouve en plus ou moins grande quantité dans le réſidu, & qui ne fait jamais qu'une petite fraction des gaz employés. Il ſe forme quelquefois un peu d'acide nitreux, & M. Cavendish a prouvé quelle étoit ſon origine. Les principes de l'acide nitrique qu'il a fait connoître, ſe retrouvent dans toutes les décompoſitions de cet acide, & expliquent toutes les modifications qu'il éprouve, & les effets qu'il produit : enfin des expériences ſur la décompoſition de l'eau correſpondent parfaitement avec les premières, & donnent l'explication d'un grand nombre de

phénomènes qui étoient reſtés inexplicables, ou dont l'on ne rendoit raiſon que par des ſuppoſitions. Y eut-il jamais vérité phyſique mieux établie & plus féconde en conſéquences?

M. Keir prouve que l'oxide de fer formé par le gaz nitreux ou par la vapeur de l'eau a les mêmes propriétés que les autres oxides; mais pour ne pas admettre la décompoſition de l'eau, il ſuppoſe que ſon oxidation eſt due à l'air vital qui eſt en diſſolution dans l'eau, & qu'on ne peut en chaſſer entièrement par l'ébullition; ou du moins que cette oxidation eſt due à cet air & à l'abſorption de l'eau. Mais quelle proportion y a-t-il entre la quantité d'air vital qui peut reſter en diſſolution dans l'eau, & la quantité de gaz hydrogène qui ſe dégage lorſqu'on fait paſſer l'eau ſur le fer échauffé pour qu'on puiſſe lui attribuer la production de ce gaz? Quand on ſuppoſeroit que l'eau retient un volume d'air égal au ſien, ce ne ſeroit qu'un $\frac{8}{100}$ de ſa maſſe. Lorſqu'il s'agit d'expliquer l'oxidation d'un métal par l'eau, on ſuppoſe que l'eau eſt preſqu'entièrement de l'air; & lorſqu'on veut expliquer la précipitation de l'eau contenue dans l'air, on ſuppoſe que l'air eſt preſqu'entièrement formé d'eau.

Pour appuyer cette explication, M. Keir adopte l'aſſertion de quelques phyſiciens qui

prétendent que l'eau qu'on a fait bouillir eſt beaucoup moins propre à donner du gaz hydrogène avec le fer, que l'eau ordinaire; mais M. Prieſtley, qui faiſoit bouillir dans une cornue de verre l'eau qui paſſoit en vapeur ſur le fer & ſur le charbon, n'auroit dû retirer du gaz hydrogène, ſelon l'explication de M. Keir, que dans le commencement de l'opération; car, paſſé ce commencement, c'étoit de l'eau bouillie qui paſſoit ſur le fer, comme dans les expériences qu'il oppoſe. De plus, M. Lavoiſier s'eſt ſervi d'*eau diſtillée qui avoit bouilli* & de limaille de fer bien pure dans les expériences par leſquelles il a produit du gaz hydrogène (*Mémoires de l'acad.* 1781, *p.* 378); & dans les expériences qu'il a faites avec M. Meuſnier, il a auſſi fait paſſer ſur le fer, de l'eau réduite en vapeurs (*Ibid. page* 272).

Je ne pouſſerai pas plus loin ces obſervations que leur longueur rendroit fatigantes, quoique l'article de M. Keir contienne pluſieurs autres objets de diſcuſſion. Je remarquerai ſeulement que, devenu beaucoup plus difficile ſur les preuves que j'ai données de la compoſition de l'ammoniaque, que ſur celles qui ſervent à étayer ſes opinions, il remarque avec raiſon que j'avois omis de m'aſſurer par des meſures exactes, que lorſqu'on dégage du gaz azote des

ſubſtances animales par l'acide nitrique, cet acide n'eſt point décompoſé. Le phénomène étoit tellement marqué, que j'avois cru inutile de m'en aſſurer par des expériences préciſes; mais M. de Fourcroy a ſuppléé à cette omiſſion (*Annales*, 1er *vol. page* 42). L'on a vu que le fondement ſur lequel M. Keir établiſſoit principalement ſon opinion, étoit qu'un acide devoit être néceſſairement le produit de la combinaiſon de l'air avec l'hydrogène, parce que celui-ci eſt un corps combuſtible; & il prétend (*page* 129), que l'air vital entre dans la compoſition de l'ammoniaque avec l'hydrogène. Ici donc non-ſeulement ce n'eſt pas un acide, mais c'eſt même un alkali qui eſt le produit de la combinaiſon de ces deux ſubſtances.

Dans un ſupplément à l'article *acide nitrique*, M. Keir préſente pluſieurs obſervations que lui a ſuggérées la réponſe à l'ouvrage de M. Kirwan ſur le phlogiſtique.

Il fait voir qu'on s'eſt trompé dans cette réponſe, en ſuppoſant que dans les expériences dans leſquelles M. Prieſtley a réduit l'oxide de fer par le gaz hydrogène, il n'avoit fait que ramener le fer à ce terme d'oxidation qu'il reçoit par la décompoſition de l'eau (*a*). Il ob-

(*a*) M. Kirwan n'avoit cité qu'une expérience de

ſerve que M. Prieſtley a auſſi ramené à l'état métallique le fer même qui avoit été réduit en oxide par le moyen de l'eau, & que le gaz hydrogène n'auroit dû avoir aucune action ſur cet oxide, s'il ne pouvoit, comme on l'a ſuppoſé, que le ramener aux termes d'oxidation auquel il parvient par l'action de l'eau. M. Keir pèſe avec beaucoup d'équité les difficultés qui ſe préſentent également dans les explications qu'ont données ſur cet objet ceux qui défendent l'exiſtence du phlogiſtique dans les métaux, & ceux qui ne croient pas à ſon exiſtence.

Ce phénomène me paroît devoir s'expliquer uniquement par la différence des températures auxquelles l'eau peut être décompoſée par le fer, & ſe reformer par la combinaiſon de l'oxigène & de l'hydrogène. La chaleur, comme l'a remarqué M. Bonjour dans ſa traduction du traité des affinités de Bergman, favoriſe la combinaiſon de l'oxigène avec le fer, par exemple,

---

M. Prieſtley, dans laquelle il avoit réduit de l'oxide de fer formé par l'oxigène tiré de l'oxide de mercure; & les principes que M. Fourcroy lui a oppoſés dans ſa réponſe, me paroiſſent inconteſtables pour les cas où le degré de chaleur employé ſoit pour l'oxidation du fer, ſoit pour ſa réduction par l'hydrogène, ſeroit exactement le même.

en diminuant l'attraction mutuelle des molécules du fer; mais en même-tems, comme le fer ne prend pas un état gazeux, elle diminue la disposition de l'oxigène à la combinaison en augmentant son élasticité; de sorte que l'on peut considérer les effets qu'elle produit, comme deux forces contraires, l'une qui favorise la combinaison, & l'autre qui s'y oppose. Ces deux forces augmentent dans des progressions différentes jusqu'à un point d'équilibre, passé lequel c'est la seconde qui devient dominante; ainsi, le mercure se combine avec l'oxigène jusqu'à un certain degré de chaleur, passé lequel l'oxigène se dégage.

L'eau cède son oxigène au fer depuis le degré de chaleur qui suffit à la liquidité, jusqu'à un degré de chaleur qui paroît approcher de celui du fer rouge; depuis là l'oxigène tend à s'en dégager, une partie même s'en dégage, comme l'observe M. Keir : & delà vient que les mines de fer exposées à une grande chaleur, deviennent attirables à l'aimant; mais l'oxigène peut abandonner le fer en entier, si l'hydrogène favorise encore son dégagement par l'attraction qu'il conserve pour lui; car l'eau peut se former à de très-hautes températures. Ainsi, dans les expériences de M. Monge, la chaleur instantanée qui s'est formée a dû être

extrêmement grande ; or, lorſque M. Prieſtley a réduit l'oxide de fer par le moyen du gaz hydrogène, en l'expoſant au foyer d'un verre ardent, il a dû produire une chaleur beaucoup plus intenſe que celle que pouvoit prendre du fer ſur lequel on faiſoit paſſer de la vapeur d'eau, & dont le gaz qui ſe dégageoit devoit continuellement ſouſtraire une partie conſidérable, ſelon les loix de l'évaporation. Si ce n'eſt pas là la véritable explication du phénomène, on ne peut rien en conclure en faveur de l'exiſtence du phlogiſtique dans les métaux, puiſqu'il faudroit également expliquer pourquoi le phlogiſtique ſe dégage dans un cas & ſe recombine avec le métal dans l'autre.

Je ne m'arrêterai pas à une diſpute de mots que M. Keir fait à M. Delaplace ſur l'eau qui ſe trouve dans l'acide ſulfurique étendu, & qui n'étant plus retenue dans ſon état par une affinité aſſez forte de l'acide, peut ſe décompoſer par l'action du fer, ſecondée de l'affinité qu'a le fer oxidé pour l'acide ſulfurique.

Ce qui eſt remarquable, c'eſt que depuis l'impreſſion de cet article de M. Keir, l'opinion de M. Prieſtley a ſubi une nouvelle variation qui l'éloigne entièrement de la ſienne. On a vu que, ſelon le dernier mémoire de M. Prieſtley, l'oxigène ou l'air vital dans l'état naiſſant for-

moit avec le gaz hydrogène de l'acide carbonique, & que dans l'état élastique il produisoit l'acide nitrique; au contraire, M. Keir reconnoît que le principe charboneux auquel il donne le nom de *basz végétale*, entre essentiellement dans la formation de l'acide carbonique, & il prétend que l'oxigène doit former avec l'hydrogène seul, non pas de l'acide carbonique, mais du gaz azote ou de l'acide nitrique, ou quelqu'autre modification de cet acide. Il regarde même la très-petite quantité d'acide carbonique que M. Priestley a obtenue dans quelques-unes de ses expériences, comme une substance étrangère à la combinaison qu'ont dû former l'oxigène & l'hydrogène; mais ses propres opinions ont également varié.

Il combat (*page* 125) l'opinion de M. Priestley, qui prétend distinguer les oxides de fer qui sont formés par la combinaison de l'eau avec ce métal des autres oxides qui sont dûs à une combinaison de l'air vital. Il fait très-bien voir que dans toutes les autres oxidations connues l'air vital est absorbé, & se combine avec le métal sans que l'eau soit nécessaire à cette oxidation, ou du moins sans autre eau que celle qui est tenue en dissolution dans l'air. Il rappelle que M. Priestley a reconnu lui-même que l'oxide de fer formé par l'action de l'eau

eſt exactement ſemblable à celui qui a été fait dans l'air par la ſimple expoſition à la chaleur. Il prouve que l'oxide de fer qui ſe fait par le moyen du gaz nitreux, eſt également dû à la combinaiſon de l'oxigène qui eſt ſéparé de ce gaz, & non à l'eau.

A la page 133, l'oxide de fer formé par l'action de l'eau n'eſt plus une combinaiſon de la même eſpèce que celui qui eſt dû à la combuſtion ; il y a même entr'eux une différence très-grande : le premier eſt dépourvu de phlogiſtique, & le ſecond l'a retenu en entier. Tous les métaux qui s'oxident à l'air ou par la combuſtion, retiennent également leur phlogiſtique.

Ici M. Keir diſtingue de même les diſſolutions, & par conſéquent les précipités métalliques qui y ont retenu leur phlogiſtique ou qui l'ont abandonné. Les diſſolutions des métaux par l'acide nitrique ont retenu tout leur phlogiſtique ; car il adopte entièrement nos explications ſur la formation du gaz nitreux & ſur les autres modifications de l'acide nitrique, ſuivant les proportions d'oxigène qu'il retient ; mais le fer diſſous dans l'acide muriatique, eſt privé de tout ſon phlogiſtique, & même ſans ſe combiner à aucune portion d'oxigène, puiſque l'acide muriatique ne peut point lui en

donner.

donner. Si au contraire on diſſout dans ce même acide un oxide de fer qui aura été formé par la combuſtion, cette ſeconde diſſolution contiendra tout le phlogiſtique du métal.

M. Keir fait toutes ces ſuppoſitions qui ne s'allient pas mieux avec les opinions des phlogiſticiens qu'avec les autres, ſans indiquer une ſeule propriété qui diſtingue les diſſolutions & les oxides métalliques qui ont retenu leur phlogiſtique ou qui en ſont dépourvus. Il ne les fait que pour éluder la décompoſition de l'eau dont il ne diſcute point, au moins dans cet endroit, les preuves poſitives qui ſont du même ordre que celles de ſa compoſition.

Je ne dois pas finir ſans rendre juſtice à la candeur & à l'honnêteté que M. Keir a miſes dans ſes diſcuſſions ; ce ne ſont pas des adverſaires qu'il combat, c'eſt la vérité qu'il cherche : ſouvent il adopte les explications de ceux qui ont une opinion différente ; ſouvent il réfute celles des chimiſtes qui ont des opinions plus rapprochées des ſiennes.

Si j'ai cru qu'en prenant des expériences rigoureuſes pour guide on devoit être conduit à des réſultats différens de ceux de M. Prieſtley & de M. Keir, je n'en ſerai pas moins empreſſé de rendre hommage aux découvertes nombreuſes dont le premier a enrichi la phyſique, &

aux lumières qui doivent mériter au second l'estime des savans; mais je dois un aveu à la vérité. J'ai résisté moi-même à la doctrine que j'ai adoptée, plus qu'il ne conviendroit à une philosophie qui s'élevroit au-dessus des motifs secrets qui nous tiennent attachés à nos opinions; & si je me suis permis de la défendre contre des hommes justement célèbres, c'est que je me suis regardé comme étranger à l'heureuse révolution qu'elle produit dans nos connoissances.



EXTRAIT DES OBSERVATIONS

DE MM. ADOLPH, MODEER ET KLAPROTH,

SUR LE SULFURE DE MOLYBDÈNE,

Molybdanum membranaceum :

Tirées des écrits de la Société des Curieux de la nature de Berlin, année 1788, 9e vol.

Par M. le Baron DE DIETRICH.

M. MODEER a traîté au chalumeau deux variétés du ſulfure de molybdène ; l'une de ces variétés venoit de Gerſdrum, conceſſion de Colmar en Suède ; elle avoit pour gangue du feld-ſpath & du quartz ; l'autre avoit été tirée de Lindœs, près d'Aedelfors, & ſa gangue étoit du feld-ſpath pur, elle reſſemble aſſez au premier coup-d'œil au ſulfure de molybdène de Gerſdrum ; mais elle n'eſt ni ſi compacte, ni ſi brillante, ſes lames ſont moins ſouples & ſon acide ne s'obtient jamais au chalumeau qu'en poudre, au lieu que celui du ſulfure de mo-

lybdène de Gerſdrum ſe forme en aiguilles très-déliées. On peut changer ces aiguilles en lames en les mettant dans une cuiller de verre & dirigeant le feu deſſous, & faire reprendre à ces lames la forme d'aiguilles en leur appliquant immédiatement la flamme. Si l'on tient long-tems en fuſion l'acide molybdique, le métal eſt attaqué. M. Modeer croit que cet acide exiſte dans le ſulfure de molybdène en plus grande proportion qu'on ne l'a dit : au lieu d'admettre que ce minerai eſt compoſé de 55 parties de ſoufre & de 45 d'acide, il compte ſur la proportion inverſe.

Lorſqu'on fond au chalumeau du ſulfure de molybdène avec le double de ſon poids de nitre & de ſoude, il ſe forme promptement un globule argenté dont l'enveloppe peut induire en erreur; l'intérieur de ce globule n'eſt point du métal, & ſa ſurface ſeule en offre l'aſpect.

M. Modeer prétend avoir obtenu en peu de tems du molybdène en traitant au chalumeau & ſur le charbon de l'acide molybdique bien dépouillé de ſoufre, en ménageant d'abord le feu & le renforçant bruſquement dès que la fuſion commence : il purifie le globule métallique en le refondant avec du borax & de la chaux, & lui donne par ce moyen l'éclat de

l'argent. M. Modeer a envoyé un de ces boutons à la ſociété des curieux de la nature de Berlin; il étoit ſi petit qu'on n'a pu le ſoumettre à aucune expérience.

Pour avoir retiré du feld-ſpath quelques parcelles d'acide molybdique, M. Modeer ſe haſarde à penſer que l'acide fluorique trouvé par M. Wiegleb, dans du feld-ſpath couleur de chair, pourroit n'être que de l'acide molybdique; il pouſſe plus loin ſa conjecture, en ſoupçonnant que le feld-ſpath qui ſert de gangue au ſulfure de molybdène entre auſſi dans ſes parties conſtituantes : il va même juſqu'à dire que ce dernier pourroit bien n'être qu'un feld-ſpath métalliſé.

Cet extrait eſt plus que ſuffiſant pour faire connoître le travail très-étendu de M. Modeer. M. Klaproth y a fait des additions que nous traduiſons ici en entier; elles conſiſtent en expériences faites ſur du ſulfure de molybdène qui ſe trouve à Altemberg en Saxe, dans du quartz gras.

1°. Ayant fait détonner une once de lames bien pures de ce minéral avec quatre onces de nitrate de potaſſe, M. Klaproth en obtint une maſſe blanchâtre; il la fit diſſoudre dans l'eau, filtra la diſſolution & la ſatura d'acide nitrique. Il ſe dépoſa de l'acide molybdique,

qui, lavé & séché, pesoit cinq gros & vingt grains ; le sulfure de molybdène donna donc deux tiers de son poids d'acide molybdique. Ce qu'il y a de particulier, c'est que cet acide, en séchant sur le papier de soie, se cristallise communément en aiguilles. M. Klaproth essaya de réduire cet acide dans un creuset de charbon avec plusieurs flux réductifs, & même sans aucun intermède, au feu d'un fourneau à vent & à soufflet, & même au plus terrible feu de porcelaine ; mais ce fut en vain, car il ne put en aucune maniere obtenir un bouton métallique.

2°. L'acide molybdique préparé comme on vient de le dire, étant neutralisé par une partie de la base alkaline du nitrate de potasse, & cette circonstance pouvant nuire à la réduction de l'acide, M. Klaproth le prépara par l'acide nitrique concentré. Il versa sur une demi-once de lames très-pures du même sulfure de molybdène, 2 onces d'acide nitrique précipité très-concentré ; il fit évaporer à siccité, versa sur le résidu une pareille quantité d'acide, évapora de nouveau à siccité, remit encore sur le résidu tout l'acide qui avoit passé dans le récipient pendant les deux distillations, & fit encore évaporer à siccité ; le résidu qui étoit blanc devint bleu le lendemain, & communiqua la

même couleur à l'eau dans laquelle on le délaya. L'acide molybdique raſſemblé ſur le filtre, lavé & ſéché, peſoit 140 grains; il conſerva même, lorſqu'il fut bien ſec, une couleur tirant ſur le bleu, & les plus petites molécules paroiſſoient criſtalliſées en aiguilles très-fines. Le carbonate de potaſſe diſſous, précipita de la liqueur qui avoit paſſé au filtre, un oxide de molybdène blanc que M. Klaproth parvint à rediſſoudre en continuant d'y verſer de l'alkali. Mais ayant rétabli le point de ſaturation en ajoutant de l'acide nitrique, cet oxide ſe précipita une ſeconde fois; & ſéché, il peſoit 25 grains; la liqueur ſurnageante & l'eau d'édulcoration donnèrent peu à peu 225 grains de ſulfate de potaſſe. Ce réſultat, joint à d'autres expériences plus poſitives, le portent à croire que la quantité de ſoufre contenue dans le ſulfure de molybdène eſt de 40 pour $\frac{oo}{oo}$. Avec cet acide molybdique pur il répéta les expériences ci-deſſus pour le réduire, mais il n'obtint pas la moindre trace d'un bouton métallique. Lorſqu'il fondit l'acide ſeul dans un creuſet braſqué, bien fermé, au feu de porcelaine, cet acide ſe criſtalliſa en partie en grandes aiguilles d'une couleur d'argent, qui formoient enſemble une maſſe informe ſans aucune adhérence, & que le doigt ſeul détruiſit.

Un peu de cet acide qui avoit pénétré à tra-vers la brasque & touché les parois du creuset d'argile, s'y étoit fondu en petits grains scoriformes gris. M. Klaproth réussit aussi peu à obtenir du molybdène de cet acide, qu'à retirer le tunstène pur des tunstates de fer & de chaux.

OBSERVATION

Sur un Changement singulier opéré dans un foie humain par la putréfaction;

Par M. DE FOURCROY.

On ne connoît que très-peu jusqu'actuellement la nature intime ou la composition des différens tissus fibreux qui composent le corps des animaux. Si l'on en excepte les os dont l'analyse a été bien faite par Schéele & par les chimistes qui l'ont suivi, la chair musculaire, les membranes, les tendons, les ligamens, la pulpe cérébrale & nerveuse, le parenchyme des viscères, qu'on a regardé presque comme une seule & même substance plus ou moins travaillée, organisée, animalisée, ne sont point réellement connus; tout annonce que leur matière composante n'est pas la même, que les

élémens qui les forment sont dans des proportions très-différentes, & que leur tissu composé de principes autrement combinés est destiné à différens usages. En attendant que l'analyse exacte ait répondu à ces questions, il faut recueillir avec soin tous les faits qui peuvent y servir. J'ai déja ramassé plusieurs de ces faits dans différens ouvrages; celui que je vais offrir est de nature à pouvoir répandre quelque lumière sur la bile & les maladies du foie.

Feu M. Poulletier de la Salle qui avoit consacré sa vie à l'étude des sciences utiles, & qui cultivoit sur-tout avec succès l'Anatomie & la Chimie médicinale, avoit exposé à l'air un morceau de foie humain suspendu à une ficele; ce morceau, sans se détruire par la putréfaction, avoit répandu d'abord une odeur infecte; des larves d'insectes, & sur-tout du dermeste du lard, de la bruche, &c. l'avoient rongé; enfin il s'étoit desséché peu-à-peu & réduit en une matière grise & friable. Il y avoit plus de dix ans qu'il étoit ainsi exposé, & depuis trois ou quatre il ne paroissoit plus subir de nouvelles altérations. M. Poulletier desira de connoître sa nature & le porta dans mon laboratoire en mai 1785. Le premier aspect de ce morceau de foie l'auroit fait prendre pour une substance terreuse, analogue à l'agaric minéral.

Mais en l'examinant de plus près, on y voyoit encore des portions de membranes desséchées & conservant une couleur brune, & des filets vasculaires également desséchés : frotté sous le doigt il étoit gras & doux au toucher, comme une sorte de savon.

L'examen que nous fimes de ce foie, nous donna des résultats très différens de ceux que son aspect sembloit annoncer.

1°. On en a mis un petit morceau sur un charbon allumé; il s'est d'abord ramolli, il exhaloit une odeur de graisse brûlée; il s'est bientôt tout à-fait fondu, boursoufflé, noirci, & il a laissé une matière charbonneuse, légère, qui, chauffée très fortement, s'est convertie en une cendre blanche. Cette première expérience annonçoit que cette substance animale n'étoit pas réduite à un squelette purement terreux, comme son premier aspect l'auroit pu faire croire, & nous engagea à mettre plus de soin dans son analyse.

2°. Quoique nous ne pussions pas espérer d'obtenir un résultat bien exact de la distillation de cette matière, en raison de la petite quantité que nous pouvions soumettre à cette expérience, nous avons cru devoir la tenter sur une demi-once. Il a passé d'abord quelques gouttes d'une eau blanche d'une odeur fade;

une fumée blanche plus épaiſſe & manifeſtement huileuſe, a bientôt ſuccédé au premier produit; cette vapeur s'eſt condenſée en une matière blanche, concrète, adhérente au col de la cornue; alors il s'eſt répandu une odeur très-infecte; l'huile concrète a pris une couleur rouſſe, on a obtenu un peu de gas hydrogène carboné. Il a paru qu'une grande partie de la ſubſtance du foie avoit paſſé ſans décompoſition. On a remarqué que l'huile concrète ramaſſée dans le col de la cornue & dans le ballon, avoit une apparence lamelleuſe & criſtalline. Les produits n'ont montré aucun caractère d'acide ni d'alkali.

3°. Un gros de ce foie ſéché a été mis dans deux onces d'eau diſtillée; une petite partie parut ſe diſſoudre dans l'eau, à l'aide de la chaleur. Cette diſſolution étoit blanchâtre, opaque, elle avoit une légère odeur ſavoneuſe, & préſentoit une grande quantité de bulles par l'agitation; elle avoit une odeur fade & verdiſſoit ſenſiblement le ſyrop de violettes. L'eau de chaux ſans la précipiter ſenſiblement, a rendu ſon odeur un peu fétide. La portion de foie non diſſoute par l'eau, s'eſt fondue par la chaleur, & s'eſt criſtalliſée en ſe refroidiſſant. Elle a exhalé une odeur graſſe, & a fini par s'enflammer.

4°. On a traité un gros de foie desséché par une once de lessive de potasse caustique à froid, & par la simple trituration, l'alkali a paru agir très-sensiblement sur cette substance; il s'est dégagé une légère odeur d'ammoniaque; la lessive est devenue mousseuse. En chauffant ce mêlange, la liqueur a pris une couleur brune, elle exhaloit l'odeur de savon chauffé ; après environ un quart d'heure d'ébullition on a filtré la liqueur toute chaude ; elle étoit d'une couleur rousse foncée ; elle a passé assez bien à travers le papier Joseph. En refroidissant cette dissolution est devenue concrète brune ; l'eau distillée bouillante la dissolvoit en toute proportion & sans laisser de résidu ; toute la matière du foie avoit été dissoute par l'alkali fixe, même la portion membraneuse & fibreuse que nous y avons décrite. La dissolution dans l'eau moussoit très-fortement par l'agitation ; en refroidissant elle s'est troublée & a déposé quelques flocons blancs légers. L'eau de chaux l'a décomposée & précipitée en flocons abondans ; les acides en ont opéré de même la décomposition, ainsi que les sels neutres terreux. Il n'étoit pas douteux que l'alkali avoit dissous une matière grasse huileuse, & formé un savon homogène ; l'indissolubilité de la matière du foie dans l'eau, ou au moins sa très légère solubilité annonçoit

qu'elle consistoit pour la plus grande partie dans une substance huileuse, concrescible, très-dissoluble dans les alkalis, & formant facilement du savon avec cet ordre de matières salines. Il ne s'agissoit plus que de connoître la nature de cette matière huileuse, & de déterminer si elle n'étoit pas réunie avec quelqu'autre substance animale. L'expérience suivante a répandu beaucoup de lumières sur cet objet.

5°. Un gros de foie humain desséché, réduit par le pilon, en une espèce de poudre grasse, a été traité par deux onces d'alcohol, donnant 36 dégrés à l'aréomètre de M. Baumé. On a aidé l'action de cette liqueur par une chaleur douce; après deux jours de contact, l'alcohol avoit une couleur rousse ; une odeur légèrement fétide étoit ajoutée à celle qu'il a coutume de répandre. On a filtré ce liquide pour séparer la portion dissoute de la partie sur laquelle l'alcohol n'avoit point eu d'action, une goutte de cette espèce de teinture versée dans l'eau, donna un nuage blanc très-épais, & une précipitation très-sensible. Evaporée dans une capsule de porcelaine, à la chaleur du bain de sable, elle laissa une plaque jaunâtre qui paroissoit au premier coup d'œil être une matière résineuse ; cependant l'eau appliquée à cette matière en a dissous une petite partie,

& lui a donné une couleur blanche & une forme grenue qui la faisoit ressembler à une huile grise concrète.

La portion de foie non dissoute par l'alcohol, pesoit un demi-gros, après avoir été séché ; l'alcohol avoit donc enlevé à peu-près la moitié de son poids. Quatre autres onces de ce dissolvant appliquées en deux reprises à ce morceau de foie, en ont dissous encore une partie ; il est resté près de 20 grains non dissous ; & on reconnut que ce résidu étoit formé de membranes & de vaisseaux qui avoient échappé à l'action de l'alcohol. Les parties dissoutes par cette liqueur dans les deux dernières opérations, ressembloient entièrement à la première ; l'eau leur enlevoit aussi une petite quantité de matière colorante & savoneuse. La substance séparée de la dissolution dans l'alcohol par l'eau, & précipitée en flocons blancs, a été examinée à part ; c'étoit celle sur laquelle il a paru nécessaire de fixer plus particulièrement son attention. Les propriétés qu'elle a présentées nous ont conduits à un resultat entièrement différent de ce qu'on savoit jusque-là sur l'analyse animale. Nous avions séparé 37 grains de cette substance pure, & débarrassée de la portion dissoluble dans l'eau. Elle étoit d'une couleur jaunâtre, douce & grasse au toucher, comme une

huile concrète; on l'a mise dans un matras, qu'on a plongé dans l'eau chaude. Elle s'est ramollie & entièrement fondue avant que l'eau fût bouillante; tout-à-fait liquide, elle avoit une couleur jaune brune, & une légère odeur de cire fondue; la fétidité qui distinguoit cette substance avant l'action de l'alcohol, n'existoit plus après sa dissolution dans cette liqueur; quand elle a été bien liquéfiée, on l'a coulée dans une capsule de porcelaine; elle s'est figée en une plaque solide, cassante, très-lisse par sa face attachée à la couverte de la capsule. Elle se cassoit net & avec un petit bruit; on voyoit dans son intérieur un tissu lamelleux & manifestement cristallisé. L'alcohol chaud la dissolvoit complettement; elle a présenté toutes les propriétés de l'huile animale concrète qu'on nomme dans le commerce *blanc de baleine*; avec la seule différence qu'elle n'étoit pas aussi sèche, aussi blanche, aussi transparente que le vrai blanc de baleine, & qu'elle étoit d'ailleurs plus dissoluble dans l'alcohol, que ne l'est cette huile animale.

6°. On a mis deux gros de foie desséché, coupé en petits morceaux dans un matras, qu'on a tenu dans de l'eau chaude à 68 degrés du thermomètre de Réaumur. Une partie du foie s'est ramollie & s'est fondue; l'effort de la

pression a séparé la portion d'huile liquéfiée, & cette huile rendue concrète par le froid, présentoit, à très-peu de chose près, les caractères de celle que l'alcohol avoit dissoute. Les deux seules différences que nous y avons reconnues étoient 1°. que l'huile extraite immédiatement du foie, avoit plus de couleur & de fétidité que celle que l'alcohol avoit enlevée à cette matière animale; 2°. qu'elle contenoit une portion de savon que l'eau avoit séparée de la dissolution alcoholique dans le premier cas.

7°. Cette portion de matière savoneuse, regardée d'abord comme un extrait dans nos premières expériences, a fixé ensuite notre attention; il étoit certain que l'eau comme l'alcohol, l'enlevoit au foie desséché; mais il falloit reconnoître exactement sa nature. Le peu de foie altéré que nous avions pour faire nos essais, ne pouvoit pas suffire aux expériences nombreuses, nécessaires pour avoir une connoissance exacte des principes qui formoient ce savon, & de leurs proportions. Tout ce que nous avons pu déterminer; c'est que ce savon paroissoit formé de la même huile concrescible que celle qui avoit été extraite par l'expression, & par l'ammoniaque & la soude. Nous avons même conjecturé qu'avant l'altération

complette

complette de ce foie & sa conversion totale en substance huileuse concrète ; cette huile étoit d'abord dans l'état savoneux, unie entièrement à la soude & à l'ammoniaque. Ce qui nous a conduits à cette conjecture, c'est que la portion de savon ammoniacal qui restoit encore dans ce morceau de foie, & dont la présence étoit démontrée & par l'odeur ammoniacale dégagée par la chaux vive & par sa dissolubilité dans l'eau, nous a paru être plus abondante dans la portion la plus profonde & la moins exposée à l'air du morceau de foie que nous avons examiné.

Les faits qui ont été exposés ont, comme je l'ai déja annoncé, été découverts au commencement de l'année 1785 ; ils étoient consignés dans mon Journal d'expériences, & j'attendois d'autres faits analogues, pour les lier à l'ensemble de l'analyse animale ; en un mot, je ne les regardois que comme une simple découverte isolée, lorsqu'en 1786, une grande occasion d'examiner des matières animales enfouies dans la terre, à toutes les époques, depuis plus de 42 ans jusqu'à quelques mois ; celle de la fouille du cimetière des Innocens m'offrit, dans les débris des corps, un savon ammoniacal formé par une substance huileuse, entièrement analogue à celle qui faisoit la base du foie desséché dont j'ai fait l'histoire.

La nature & les propriétés de ces matières animales converties en une huile ſemblable au blanc de baleine, unies à une grande quantité d'ammoniaque, feront la matière d'un mémoire qui ſera conſigné dans l'un des prochains trimeſtres de nos Annales. Il me ſuffira d'annoncer ici que la converſion de la ſubſtance du foie en une huile concrète analogue au blanc de baleine, n'a plus été pour moi un fait iſolé. La lumière la plus vive a tout-à-coup éclairé ce point de l'analyſe animale. Il m'a paru démontré que par les progrès d'une décompoſition lente, beaucoup de parties molles éprouvoient, dans le corps des animaux morts, une converſion ſemblable à celle du foie qui fait l'objet de ce mémoire. J'ai reconnu encore que, ſans véritable altération putride, le corps des quadrupèdes, & même celui de l'homme, contenoit cette ſubſtance huileuſe concrète; comme le cerveau & la cavité vertébrale des cétacés; enfin que dans quelques cas cette matière huileuſe ſe trouve plus abondante, & s'amaſſe dans pluſieurs cavités, où elle forme des concrétions ſouvent très-nuiſibles à l'économie animale. Je dirai ailleurs comment cette ſubſtance graſſe concrète qu'on extrait ſi abondamment du corps des cétacés, diffère de la graiſſe, ou de la matière adipeuſe : je tâcherai

de faire voir ou de déterminer comment la baſe des organes mous des animaux ſe convertit en cette eſpèce d'huile concrète, comment l'ammoniaque ſe forme en même temps dans le corps des animaux. Je terminerai ici l'hiſtoire du premier des faits qui s'eſt préſenté à moi dans la découverte de cette ſingulière ſubſtance ; & pour ne point interrompre l'ordre des découvertes auxquelles celle-ci m'a pour ainſi dire conduit, je crois devoir joindre à ce mémoire, mes obſervations ſur la nature de la ſubſtance feuilletée, trouvée par feu M. Poulletier, dans ſes pierres biliaires humaines, & ſur celle de quelques concrétions de la véſicule du fiel, qui n'ont point encore été décrites par les médecins.

MÉMOIRE
SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES DE LA VISION;

Par M. MONGE.

ON ſait que les ſubſtances colorées tranſparentes ont la propriété de laiſſer paſſer les rayons de lumière de certaines couleurs, & d'intercepter tous les autres; que, par exemple, le

verre rouge donne paſſage à la plupart des rayons rouges qui ſe préſentent à ſa ſurface, & qu'il arrête le plus grand nombre de rayons de toutes les autres couleurs. Il ſembleroit d'après cela, que, connoiſſant l'eſpèce de rayons homogènes qu'une ſubſtance colorée tranſparente peut tranſmettre, on ſeroit en état de prévoir les changemens qui doivent s'opérer dans la viſion, lorſqu'on regarde les objets au travers de cette ſubſtance. Je ſuppoſe qu'au travers d'un verre rouge, c'eſt-à-dire d'un verre qui ait la faculté de laiſſer paſſer les rayons rouges d'une certaine teinte, & d'abſorber ou de réfléchir tous les autres rayons, on regarde une ſuite d'objets de différentes couleurs; il ſemble qu'on pourroit prévoir, par rapport aux corps blancs, que les rayons de toutes les couleurs émanés de leurs ſurfaces, ſe réduiſant aux ſeuls rayons rouges en paſſant par le verre; les images de ces corps ſeront dans le même cas que ſi leurs ſurfaces étoient rouges, & que les altérations occaſionnées à leur égard dans la viſion par l'interpoſition du verre coloré, ſe réduiront, 1° à une diminution de clarté produite par la ſuppreſſion des rayons interceptés; 2°. au changement de couleur du blanc au rouge. Par rapport aux corps rouges de même teinte que les rayons auxquels le verre donne paſſage, il ſemble qu'on ſeroit autoriſé à croire

que les rayons envoyés par ces corps ayant la faculté de paſſer au travers du verre, la viſion ne peut éprouver d'autre altération qu'un léger affoibliſſement de clarté occaſionné par le défaut de tranſparence du verre ; que d'ailleurs leur couleur doit paroître la même, ſoit qu'on employe, ſoit qu'on ſupprime le verre intermédiaire. Quant aux objets de toute autre couleur, c'eſt-à-dire qui ne réfléchiſſent ni rayons blancs, ni rayons rouges, il eſt bien évident que de tous les rayons qu'ils envoyent ſur le verre, aucun ne paſſant au travers de ſa ſubſtance, ces corps ſont dans le même cas que s'ils étoient dans une obſcurité parfaite, & qu'ils doivent paroître noirs.

Pour les deux premiers cas, c'eſt préciſément le contraire qui arrive dans l'expérience. Lorſqu'on regarde une ſuite d'objets de différentes couleurs au travers d'un verre rouge, les corps blancs & les corps rouges paroiſſent, à la vérité, de la même couleur, mais on ne les voit pas rouges, comme il ſembloit naturel de le penſer, on les voit blancs.

Le phénomène analogue doit avoir lieu lorſqu'on regarde les objets avec un verre teint en toute autre couleur que le rouge, c'eſt-à-dire, que quand le verre eſt de nature à ne laiſſer paſſer que des rayons homogènes d'une cer-

taine eſpèce, les corps qui ne réfléchiſſent que des rayons de cette dernière eſpèce, doivent paroître blancs. J'ai eu entre les mains un verre jaune au travers duquel le papier teint en jaune par de la gomme gutte, paroiſſoit abſolument blanc; mais je dois convenir que les verres de toute autre couleur, comme bleus, verds & violets que j'ai eu occaſion de metre en expérience, ne m'ont jamais préſenté de ſemblables réſultats, ce que j'ai cru devoir attribuer principalement à ce que ces couleurs peuvent être produites de pluſieurs manières, ou par des rayons homogènes, ou par le mélange de rayons différens. Il pouvoit arriver que ſi le verre laiſſoit paſſer, par exemple, les rayons violets homogènes, les corps violets ne fuſſent de cette couleur que par un mêlange de rouge & de bleu, & réciproquement. Il en eſt de même pour la couleur verte & pour un grand nombre d'autres, par rapport auxquelles le phénomène dont il s'agit n'a ſouvent pas lieu; parce que les circonſtances ne ſont pas celles de l'hypothèſe.

Je crois devoir encore obſerver que l'illuſion dont il s'agit eſt d'autant plus frappante que les objets que l'on regarde au travers du verre coloré, ſont plus éclairés, qu'ils ſont plus nombreux, & qu'il y en a parmi eux un plus

grand nombre qu'on ſache être naturellement blancs.

On ſeroit en droit de conclure, d'après l'obſervation que je viens de rapporter, que dans le jugement que nous portons ſur les couleurs des objets, il entre pour ainſi dire quelque choſe de moral, & que nous ne ſommes pas déterminés uniquement par la nature abſolue des rayons de lumière que les corps réfléchiſſent; puiſque l'impreſſion que forme un même rayon produit tantôt la ſenſation de la couleur rouge, tantôt celle de la blanche, ſuivant les circonſtances. Mais avant que d'entrer dans la diſcuſſion que cette matière préſente, il eſt néceſſaire de confirmer le phénomène par une obſervation qui ſoit plus à la portée de la plupart des obſervateurs.

Le matin d'un beau jour, quelque tems avant le lever du ſoleil, & lorſque la clarté eſt déjà aſſez grande pour que le ciel ſoit d'un beau bleu, ſi on laiſſe entrer la lumière du jour dans un appartement par une fenêtre ouverte, de manière qu'un objet blanc, par exemple, une feuille de papier, ſoit en même-tems éclairé, & par les rayons de lumière émanés d'une bougie encore allumée & par ceux que réfléchit l'atmoſphère; l'ombre d'un petit corps portée ſur la feuille de papier paroît d'un très-

beau bleu, & de la même couleur que le ciel. Cette obſervation n'eſt pas nouvelle, elle a été faite il y a très-long-tems, par M. l'abbé de Sauvages, de la ſociété de Montpellier, qui en fit part dans le tems à M. de Buffon. La couleur bleue que préſente l'ombre portée ſur le papier blanc dans cette cicronſtance n'a rien d'étonnant; la partie du papier qui eſt dans l'ombre, n'eſt pas entiérement privée de lumière; elle eſt éclairée par les rayons que renvoie l'atmoſphère & qui ſont bleus, du moins pour le plus grand nombre; l'image qui s'en forme au fond de l'œil eſt donc faite par des rayons bleus : elle doit donc paroître à peu-près de même teinte que la couleur actuelle du ciel. Mais ſi dans ce moment, on éteint la bougie, la feuille entière du papier ſe trouve dans le même cas où étoit un moment auparavant la partie ombrée; elle n'eſt plus éclairée que par les rayons de l'atmoſphère, elle ne réfléchit plus à l'œil que des rayons bleus, ſon image au fond de l'œil eſt formée par des rayons bleus; elle devroit donc paroître bleue, & de la même couleur que paroiſſoit auparavant la partie ombrée, & cependant elle paroît blanche.

Ce qui arrive dans cette obſervation par rapport aux rayons bleus, auroit lieu pour toute

autre eſpèce de rayons en général; c'eſt-à-dire que quand les objets ſont éclairés par des rayons homogènes d'une certaine eſpèce, les corps blancs qui alors ne reçoivent & ne réfléchiſſent que des rayons de cette eſpèce, & qui par cela devroient paroître de la même couleur que celle de ces rayons, ſont néanmoins jugés blancs, & que les corps qui ſont de la même couleur que les rayons homogènes, ne paroiſſent pas alors ſous leur couleur naturelle, mais ſont jugés blancs de la même manière.

Ce phénomène n'eſt peut-être pas par lui-même d'une très-grande importance, mais ſi l'explication que je vais eſſayer de donner, avoit quelque degré de vraiſemblance, il en réſulteroit une connoiſſance de plus ſur la nature des rayons de lumière.

Lorſque nous jettons les yeux ſur un grand nombre d'objets de différentes couleurs, il n'y a pas de partie viſible de la ſurface de ces objets qui, en même-tems qu'elle envoye à l'œil des rayons de la couleur propre du corps auquel elle appartient, n'envoye auſſi des rayons de lumière blanche. C'eſt par ces rayons de lumière blanche que nous jugeons, non pas du contour apparent des objets, parce que ce contour eſt déterminé par la figure de l'image peinte ſur la rétine; mais que nous jugeons des en-

foncemens, des ſaillies, & généralement du degré d'obliquité des différentes parties de la ſurface des corps. Entrons à cet égard dans un plus grand détail.

On ſait que quand on regarde des objets dont la ſurface eſt cylindrique & polie, par exemple, des bâtons de cire à cacheter de différentes couleurs, il ſe trouve ſur la ſurface de chacun d'eux une petite bande, parallèle à l'axe & très-étroite, qui ne réfléchit ſenſiblement que la lumière blanche, & que les bandes voiſines de part & d'autre de la première, à meſure qu'elles s'en écartent davantage, réfléchiſſent de la lumière blanche en moindre proportion, & prennent une teinte qui approche de plus en plus de la couleur propre du corps. C'eſt pour cela que le peintre, lorſqu'il repréſente de ſemblables objets, eſt obligé d'exprimer la bande dont il s'agit par un trait tout-à-fait blanc, quelle que ſoit d'ailleurs la couleur de l'objet, & de diminuer enſuite inſenſiblement la doſe du blanc pour les bandes voiſines à meſure qu'elles s'écartent davantage de la première.

Il eſt bien évident que la même choſe doit avoir lieu, quelque petit que ſoit le diamètre du cylindre. Lors donc que l'on regarde une étoffe de laine colorée, de l'écarlate, par

exemple, chacun des brins de laine qui composent son tissu envoie à l'œil, non-seulement les rayons rouges qui déterminent la couleur de l'étoffe, mais encore les rayons de lumière blanche, au moyen desquels on jugeroit de la forme cylindrique du brin, s'il étoit d'un diamètre plus grand, & qui servent en effet à la faire reconnoître lorsqu'on observe le brin au microscope. Le nombre de ces rayons de lumière blanche qui varie par rapport à celui des rayons de la couleur propre, selon l'inclinaison de la surface générale de l'étoffe, à l'égard de l'œil de l'observateur & par rapport à l'objet lumineux, occasionne des différences dans les teintes des portions de la surface, & c'est d'après cette variation, à laquelle nous sommes très-accoutumés, que nous jugeons des enfoncemens, des saillies, & généralement des différens plis de l'étoffe.

La plupart des autres objets colorés sont absolument dans le même cas, & il est facile d'en avoir la démonstration pour quelques-uns d'eux. Par exemple, le cinnabre en masse est, comme on sait, un corps crystallin & d'un rouge brun & obscur; mais lorsqu'on pulvérise cette substance, & qu'en la porphyrisant sur un marbre on la réduit en poudre très-fine, connue dans les arts, sous le nom de vermillon, on

le convertit tout en petits fragmens de criſtaux, dont les faces ſont brillantes, & capables ſous certaines inclinaiſons de réfléchir les rayons de lumière blanche. Plus la poudre eſt fine, plus le nombre des facettes de chaque fragment eſt grand, & plus auſſi le nombre de ces facettes diſpoſées de manière à réfléchir les rayons de lumière blanche eſt conſidérable; à meſure donc que la porphyriſation avance, la couleur de la ſubſtance doit changer, non pas parce qu'elle réfléchit des rayons d'une autre eſpèce, mais parce que les rayons de la couleur propre de la ſubſtance ſe trouvent mêlés avec un plus grand nombre de rayons de lumière blanche; & la couleur de la poudre qui réſulte de cette opération, doit avoir plus d'éclat & moins d'intenſité. Il en eſt de même des autres poudres colorées que l'on obtient par la pulvériſation des ſubſtances criſtallines ou vitreuſes & en général des matières dont la caſſure eſt brillante. La neige elle-même qui n'eſt qu'un aſſemblage irrégulier de petits criſtaux de glace dépourvus de couleur propre, n'eſt de couleur blanche que par les rayons de lumière blanche que réfléchiſſent les facettes brillantes des criſtaux qui la compoſent.

Ainſi, lorſqu'on regarde un objet peint en rouge par une couche de vermillon, il n'y a

aucune partie ſenſible de ſa ſurface qui, outre les rayons de lumière propres à la couleur du cinnabre, ne renvoie à l'œil une grande quantité de rayons de lumière blanche; & le nombre de ces rayons qui varie ſelon l'inclinaiſon de la ſurface du corps, & par rapport à l'œil de l'obſervateur, & par rapport à l'objet lumineux, contribue, ſans que nous nous en rendions compte, au jugement que nous portons ſur la poſition de cette ſurface.

Nous remarquerons en paſſant que c'eſt par une raiſon contraire que le poli rehauſſe en général & obſcurcit les couleurs des pierres, des marbres & des granits. Car le poli en diminuant le nombre des facettes dont les inclinaiſons ſont irrégulières, diminue auſſi le nombre de celles de ces facettes qui réfléchiſſoient des rayons de lumière blanche; & la couleur de la pierre doit devenir en même-tems & plus intenſe & plus obſcure. Mais ſi l'on obſerve d'une part que cet effet eſt d'autant plus marqué, que le poli approche plus d'être parfait, & de l'autre, que le plus beau poli que les arts puiſſent produire, eſt toujours très-groſſier par rapport aux rayons de lumière; on reconnoîtra que dans les ſurfaces, même des pierres polies, il n'y a aucune partie viſible qui ne réfléchiſſe à l'œil de la lumière blanche.

Ainsi, lorsque nous regardons une suite d'objets de différentes couleurs, nous recevons de la lumière blanche, non-seulement de la part des objets blancs qui se trouvent parmi eux; mais encore de la part de toutes les parties visibles de la surface des autres objets colorés : c'est principalement cette lumière blanche dont la quantité est variable, suivant l'obliquité de la surface des corps, qui nous détermine dans les jugemens que nous portons sut les directions des différentes parties de ces surfaces. Enfin, lors même que parmi les objets que nous voyons il ne s'en trouve aucun qui soit blanc, nous avons toujours le sentiment, non pas du blanc proprement dit, mais de la lumière blanche, par l'éclat qu'elle donne en général aux couleurs, & par les différences qu'elle apporte dans les teintes, suivant l'obliquité des surfaces.

D'après cela, lorsque nous regardons au travers d'un verre rouge, de toute la lumière blanche réfléchie par les objets colorés, & qui, sans l'interposition du verre auroit contribué à la formation des images sur la rétine, il n'y a que les rayons rouges qui traversent le verre & qui arrivent à l'œil; ces rayons sont donc alors les seuls qui, par leur nombre, puissent nous déterminer, & qui nous déterminent en effet dans le jugement que nous portons sur l'obliquité

des surfaces ; ils exercent donc dans la vision la même fonction nécessaire que nous sommes accoutumés à voir exercer aux rayons de lumière blanche, & parce que cela a lieu d'une manière uniforme pour tous les objets que nous avons alors sous les yeux, nous sommes entraînés pour ainsi dire par la multitude des témoignages, & nous sommes forcés de prendre ces rayons pour des faisceaux de lumière blanche. Ensuite tous les autres rayons rouges de même nature que les précédens, devant être pris par une conséquence inévitable, pour des faisceaux de lumière blanche, nous concluons que les corps naturellement blancs & les corps naturellement rouges dont les images sont alors également formées sur la rétine par des rayons rouges, sont les uns & les autres des corps blancs.

Il seroit facile d'expliquer de la même manière pourquoi lorsque les objets sont éclairés par des rayons homogènes d'une certaine espèce, par exemple, par des rayons bleus, les corps blancs & ceux qui sont naturellement de la même couleur que ces rayons, paroissent également blancs. Car ces rayons homogènes étant réfléchis à l'œil de toutes les parties visibles de la surface des corps colorés, comme l'est la lumière blanche dans l'état ordinaire, nous sommes

portés à les prendre eux-mêmes pour les rayons blancs dont ils font alors la fonction, & par conséquent à regarder aussi comme blancs tous les objets qui ne renvoient à l'œil que des rayons de cette espèce.

Ce qui sembleroit confirmer l'explication que nous venons d'apporter, c'est que l'illusion dont il s'agit n'a jamais lieu lorsque le nombre des objets que l'on peut appercevoir au travers du verre rouge est peu considérable, ni lorsque les objets sont peu colorés. En effet si, ayant placé le verre rouge à l'extrémité d'un tuyau non transparent, on regarde par le tuyau & au travers du verre un objet isolé, ou blanc, ou rouge, on ne les voit plus blancs ni l'un, ni l'autre; on les voit rouges, parce que n'y ayant pas d'objets circonvoisins sur les formes desquels nous soyons déterminés à prononcer, il n'y a rien qui nous oblige à prendre les rayons rouges pour des faisceaux de lumière blanche; nous ne jugeons plus de la nature des rayons qui existent sur cet organe, qu'en comparant l'impression que nous en recevons, à celle que nous éprouvions le moment d'auparavant, lorsque nous regardions avec l'œil nud, & nous les prenons en effet pour des rayons rouges.

Nous ne savons, pour ainsi-dirie, encore rien sur

ſur la nature des rayons de lumière ; nous ignorons à quoi tient la différence des impreſſions que les rayons de couleurs différentes font ſur notre organe ; quelques phyſiciens l'attribuent à une différence dans la nature même des rayons; d'autres penſent qu'elle ne dépend que de la différence des viteſſes des molécules de lumière. Quoi qu'il en ſoit de ces deux opinions qui ſont l'une & l'autre ſujettes à de grandes difficultés, il paroîtroit, d'après les obſervations que nous venons de rapporter, que la faculté qu'ont les rayons d'une certaine eſpèce d'exciter en nous la ſenſation d'une couleur particulière, ne tient à rien d'abſolu, & ne dépend que du rapport de quelques-unes de leurs affections aux affections analogues des autres rayons du ſyſtême lumineux. Par exemple, ſi les rayons de lumière ne différoient entr'eux que par leurs viteſſes, ce que nous ſuppoſons ſeulement pour un inſtant, il paroîtroit qu'un rayon pour avoir la faculté d'exciter la ſenſation de la couleur rouge, n'auroit pas beſoin d'avoir une viteſſe déterminée; mais qu'il ſuffiroit pour cela que ſa viteſſe eût un certain rapport avec celles des autres rayons du ſyſtême.

L'obſervation ſuivante qui m'a été communiquée par M. Meuſnier, donne encore à cette

induction un nouveau degré de vraisemblance.

Lorsque l'intérieur d'un appartement n'est éclairé que par la lumière du soleil, transmise au travers d'un rideau de taffetas rouge, & que ce rideau est percé d'un trou de deux ou trois lignes de diamètre, par lequel la lumière directe peut s'introduire; si l'on reçoit ce faisceau de lumière sur une feuille de papierblanc, la partie du papier éclairée par la lumière blanche du soleil, & dont l'image au fond de l'œil de l'observateur n'est formée que par des rayons de lumière blanche, semble devoir paroître blanche, & cependant elle paroît d'un très-beau verd. Réciproquement, si dans les mêmes circonstances, au lieu d'un rideau rouge, on emploie un rideau verd, l'image du soleil qui semble encore devoir paroître blanche, puisqu'elle n'est produite & apperçue que par des rayons de lumière blanche, paroît au contraire d'un très-beau rouge. On voit que dans l'un & l'autre cas, la multitude des objets que nous appercevons dans l'appartement, nous forçant à prendre pour des faisceaux de lumière blanche les rayons homogènes réfléchis par tous les points de la surface de ces objets, la lumière blanche elle-même renvoyée par la petite image du soleil, doit nous paroître d'une

autre couleur, puiſqu'elle excite en nous une ſenſation différente. Ainſi les jugemens que nous portons ſur les couleurs des objets ne paroiſſent pas dépendre uniquement de la nature abſolue des rayons de lumière qui en font la peinture ſur la rétine ; ils peuvent être modifiés par les circonſtances, & il eſt probable que nous ſommes déterminés plutôt par la relation de quelques-unes des affections des rayons de lumière, que par les affections elles-mêmes, conſidérées d'une manière abſolue.



OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Sur le Calorique & ses différens Effets, & Réflexions sur la Théorie de MM. Black, Crawfort, Lavoisier & de Laplace, sur la chaleur animale & sur celle qui se dégage pendant la combustion; avec un Résumé de tout ce qui a été fait & écrit jusqu'à ce moment sur ce sujet;

Par M. SEGUIN.

PREMIÈRE PARTIE.

FAITS GÉNÉRAUX CONCERNANT LE CALORIQUE ET LES EFFETS QU'IL PEUT PRODUIRE.

CHAPITRE PREMIER.

Du Calorique, de la Chaleur, du Froid, de la Température, du Calorique spécifique & de la Capacité des corps pour contenir le calorique.

1°. JUSQU'A l'époque où l'on a publié la nouvelle nomenclature, le mot *chaleur* a souvent eu une double signification; il servoit in-

distinctement alors à désigner la sensation qu'on éprouve, & le principe inconnu qui le produit (*a*) : c'est pour séparer la cause d'avec l'effet qu'on a donné le nom de *calorique* à ce principe inconnu, soit qu'on le considère comme une qualité ou comme une substance, & qu'on a réservé les mots *chaleur* & *froid*, pour exprimer les sensations différentes qu'il produit sur nos organes, en vertu de la propriété dont il jouit de se mettre en équilibre dans tous les corps qui sont en contact (*b*).

(*a*) Je dois observer que je me servirai dans cet ouvrage de la nouvelle nomenclature ; il est possible qu'elle ne soit pas parfaite dans toutes ses parties ; mais on ne peut exiger cette perfection dans l'état actuel de nos connoissances. Une nomenclature ne peut être complette & très-exacte que quand on a formé l'ensemble de tous les faits qui constituent la science, parce qu'alors seulement on peut choisir les expressions qui réunissent les phénomènes analogues les plus généraux. Il n'en est pas moins certain que la nouvelle nomenclature, telle qu'elle est, rend les descriptions plus précises & présente des idées plus nettes des phénomènes chimiques. Ces seuls avantages suffisent pour la faire préférer à l'ancienne.

(*b*) A l'instant où le docteur Crawford a publié la seconde édition de son ouvrage sur la *chaleur*, la nouvelle nomenclature étoit à peine connue ; les physiciens

2°. La *température* d'un corps eſt la meſure des dilatations des liquides, dont on ſe ſert pour conſtruire les thermomètres, lorſqu'après avoir obéi aux attractions plus ou moins fortes qui

---

qui deſiroient alors préſenter leurs idées d'une manière claire, ne diſtinguoient la ſenſation de la cauſe productrice que par des épithètes; c'eſt pour cette raiſon que le docteur Crawford conſidérant le *calorique* ſans avoir égard aux effets qu'il peut produire, le nomme *chaleur abſolue;* & que, conſidéré comme ayant du rapport avec ſes effets, il le nomme *chaleur relative*. Il ſe ſert auſſi de l'expreſſion *chaleur ſenſible* pour exprimer un de ces effets.

M. Lavoiſier s'eſt pareillement ſervi de cette dernière dénomination dans ſon Abrégé de chimie; mais il s'eſt apperçu depuis ſa publication, qu'en adoptant la nouvelle nomenclature, cette épithète eſt ſuperflue, pour ne pas dire fauſſe, en ce qu'elle peut donner l'idée d'une *chaleur inſenſible;* contradiction frappante, puiſque le mot *chaleur* exprime la ſenſation produite par le *calorique*, & qu'il ne peut exiſter de ſenſation inſenſible. Il eſt encore bon d'obſerver que M. Lavoiſier s'eſt quelquefois ſervi dans le même ouvrage de l'expreſſion *chaleur latente*, ſynonime de *chaleur inſenſible;* mais ce phyſicien a de même reconnu que cette expreſſion étoit inſignifiante en adoptant la nouvelle nomenclature. Il ſe propoſe de corriger ces petites inexactitudes lorſqu'il publiera la ſeconde édition de ſon Abrégé de chimie.

le maîtriſent, le *caloriqae* s'eſt enfin mis en équilibre.

3°. Des corps hétérogènes peuvent contenir d'inégales quantités de *calorique*, quoique leurs *températures* ſoient les mêmes, & que leurs poids ſoient égaux : on verra, par exemple, d'après les expériences du docteur Crawford, que ſi une livre de fer & une livre d'antimoine ont la même *température* ; le *calorique ſpécifique* du fer eſt à peu-près double de celui de l'antimoine : lorſque nous comparerons la quantité totale de *calorique* que contient un corps, avec celle que contient un autre corps hétérogène, les poids & les *températures* étant les mêmes, je me ſervirai de la dénomination de *calorique ſpécifique*, ou *quantité ſpécifique de calorique* ; ainſi, ſuivant le docteur Crawford, *le calorique ſpécifique* d'une livre de fer à 40 degrés, par exemple, eſt à celui d'une livre d'antimoine, à la même *température*, comme 2 eſt à 1 (*a*).

(*a*) Le docteur Crawford ſe ſert de la dénomination de *chaleur comparative* ; mais il eſt aiſé de voir qu'elle ne rend pas avec exactitude l'idée que l'on doit y attacher. En effet, un corps ne contient point de *chaleur*, mais le principe, qui, par ſon action ſur nos organes, produit cette ſenſation.

4°. Puisque des poids égaux de substances hétérogènes ayant la même *température*, peuvent contenir d'inégales quantités de *calorique*, il faut qu'il existe dans la nature de ces corps des différences essentielles qui font que quel-

---

Comme on ne s'est point encore occupé en France de la détermination du *calorique spécifique*, on n'a pas choisi de dénomination pour représenter la quantité totale de *calorique* que contient un corps comparativement à celle que contient un autre corps; il étoit donc nécessaire pour faire connoître les travaux des étrangers sur cet objet de former une nouvelle expression; & j'ai cru que la dénomination de *calorique spécifique* pouvoit rendre l'idée que l'on doit y attacher. Il m'a semblé nécessaire de donner pour synonime à cette expression une dénomination un peu plus longue, parce qu'étant souvent obligé de parler des *quantites spécifiques de calorique* de différens corps, j'aurois cru blesser les oreilles de ceux qui ne sont point accoutumés à ce nouveau langage, en disant les *caloriques spécifiques*. Peut-être cette manière de s'énoncer sera-t-elle un jour adoptée, & alors le langage étant plus précis, les connoissances seront moins difficiles à acquérir.

MM. Lavoisier & de Laplace se sont servis, dans le mémoire qu'ils ont publié sur la *chaleur*, en 1780, de l'expression *chaleur spécifique*; mais il est bien essentiel d'observer que dans l'acception qu'ils lui donnent elle n'est point synonime de *calorique spécifique*; nous le démontrerons dans la note suivante.

ques-uns peuvent rassembler & retenir ce principe en bien plus grande quantité que d'autres ; nous nommerons dorénavant ces différens pouvoirs, *capacités des corps pour contenir le calorique*, ainsi nous dirons que la *capacité* d'une livre de fer à 40 degrés, par exemple, est à celle d'une livre d'antimoine à la même *température*, comme deux est à un. Cet énoncé suppose que les *capacités* sont proportionnelles *au calorique spécifique*, article sur lequel je reviendrai incessamment (*a*).

(*a*) Le docteur Crawford nomma ces pouvoirs, *capacités pour contenir la chaleur ;* mais suivant la nouvelle nomenclature, cette dénomination n'est point exacte, par les raisons que l'on peut voir dans la note précédente.

Nous avons vu ci-dessus que l'expression *chaleur spécifique* n'est point synonime de *calorique spécifique*, & il est bien aisé de le démontrer en rapportant l'acception de chacune de ces deux dénominations. Le *calorique spécifique* désigne la quantité totale de *calorique* que contient un corps comparativement à celle que contient un autre corps. La *chaleur spécifique* exprime le rapport existant entre les quantités de *calorique* nécessaires pour élever la *température* de deux corps hétérogènes du même nombre de degrés ; dans ce sens les rapports entre les *chaleurs spécifiques* sont toujours proportionnels aux rapports qui existent entre les *capacités*, & conséquemment ces deux expressions

5°. La *température*, la *capacité* & le *calorique spécifique*, peuvent être distingués de la manière suivante; on peut considérer la *capacité* comme une force agissante, ou comme une propriété dépendante de deux causes, de l'af-

présentent la même idée. Il est en effet indifférent de dire que la *capacité* d'un corps, depuis tel degré jusqu'à tel degré, est à celle d'un autre corps dans le même espace, comme quatre est à un, ou que les *chaleurs spécifiques* sont entr'elles dans le même espace comme quatre est à un; d'autant plus que dans la courte échelle que l'on peut employer pour faire ces expériences, les différences entre les *capacités*, s'il en existe, sont très-peu sensibles; il pourroit donc être utile de ne se servir que du mot *capacité*, & d'abandonner l'expression *chaleur spécifique*, qui strictement n'est point exacte, & qu'on peut confondre avec celle de *calorique spécifique*.

M. Lavoisier s'est servi, dans son Abrégé de chimie, de l'expression *capacité pour contenir la chaleur;* mais il a depuis reconnu qu'elle n'étoit point rigoureusement exacte, par les raisons ci-dessus énoncées, & qu'il valoit mieux y substituer celle de *capacité pour contenir le calorique*. Ce célèbre physicien avance dans le même ouvrage, que ces *capacités* sont déterminées par les espaces qui existent entre les molécules des corps; mais il en résulteroit que les *capacités* suivent le même rapport que les dilatations, ce qui est contraire aux faits. Il est bien vrai, ainsi que je tâcherai de le prouver, qu'à *température* égale le *calorique interposé* est pro-

finité qu'ont les molécules les unes pour les autres, & du pouvoir qu'a le *calorique* de les écarter ; le *calorique ſpécifique* repréſente la quantité totale de *calorique* que contient un corps à telle ou telle *température*, & la *température* eſt déſignée par les dilatations ou les condenſations produites par le *calorique* dans les liquides dont on ſe ſert pour conſtruire les thermomètres.

6°. Lorſqu'un corps ne change pas d'état, la quantité de *calorique* qu'il contient peut varier, ſuivant le docteur Crawford, ſans que ſa *capacité* ſoit altérée. Cette opinion eſt fondée ſur une ſuppoſition ; le docteur Crawford croit d'après les expériences qui ſeront rapportées dans le troiſième chapitre de cette première partie, que la *capacité* des corps eſt permanente depuis le terme de la congellation de l'eau juſqu'à celui de ſa vaporiſation, pourvu cependant qu'ils ne changent pas d'état, quoique

---

portionnel aux eſpaces ; mais on n'en peut pas conclure que les *capacités* ſont déterminées par les eſpaces.

Il faut encore obſerver que M. Lavoiſier, dans ſon Abrégé de chimie, emploie quelquefois l'expreſſion *calorique ſpécifique*, comme ſynonime de *chaleur ſpécifique* : mais il croit maintenant préférable de donner à ces deux expreſſions deux acceptions différentes.

cette opinion ne soit appuyée que d'un certain nombre d'expériences, & qu'en les multipliant, on puisse peut-être trouver beaucoup d'exceptions, on ne peut pourtant pas s'empêcher de l'admettre, non pas généralement, mais pour tous les corps sur lesquels le docteur Crawford a opéré, d'autant plus qu'elle est fondée sur des faits qui semblent d'autant plus exacts, que les différences, si toutefois il en existe, sont trop petites pour paroître sensibles : mais il conclut ensuite par induction que les *capacités* des corps sont permanentes à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état. C'est cette supposition qu'on ne peut admettre sans preuve; d'autant plus qu'en regardant même comme prouvé que les *capacités* sont permanentes, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de sa vaporisation, les 80 degrés que renferme cette échelle, ne sont qu'une foible fraction de la *température* des solides calculée, à partir du zéro réel, jusqu'aux degrés où ils peuvent individuellement se liquéder. Quant aux liquides, ces 80 degrés sont une fraction assez considérable du nombre de degrés qu'il faut leur communiquer pour les faire changer d'état; mais pour les fluides, ces 80 degrés sont une fraction très-foible du

nombre qu'il faut leur ajouter pour les élever au plus haut degré de *chaleur.*

7°. On mesure la *chaleur* par l'intensité de la sensation qu'elle produit, & la *température* par les dilatations des fluides dont on se sert pour construire les thermomètres. Quant aux *quantités spécifiques de calorique*, le docteur Crawford les détermine par les changemens de *température*, que d'égales quantités de *calorique* produisent dans des corps égaux en poids; c'est sur ce principe qu'est fondée sa méthode; il croit que le *calorique spécifique* est proportionnel aux capacités, & c'est en raison inverse des changemens de *température*; si, par exemple, la même quantité de *calorique* qui élève la *température* d'une livre de fer d'un degré, est suffisante pour élever celle d'une livre d'antimoine de deux, il en conclut que le *calorique spécifique* du fer est à celui de l'antimoine, comme 2 est à 1. Je me réserve de discuter cette opinion dans les chapitres suivans; j'observerai seulement ici qu'elle est fondée en partie sur la permanence des *capacités*, tant que les corps ne changent pas d'état.

8°. Lorsqu'on veut déterminer le *calorique spécifique* de différens corps, on peut les considérer comme ayant des poids égaux & des

températures égales, ou comme ayant des volumes égaux & même *température* ; & les résultats de ces comparaisons seront plus ou moins différens, suivant que la différence entre la pesanteur spécifique des substances comparées, sera plus ou moins grande. Le docteur Crawford & MM. Lavoisier & de la Place, ont, dans le cours de leurs ouvrages, calculé les *quantités spécifiques de calorique*, en les rapportant à des poids égaux des substances comparées.

9°. Nous avons observé ci-dessus que les changemens produits dans les *températures* de différens corps par d'égales quantités de *calorique*, sont plus ou moins grands, suivant que les corps chauffés ont une moindre ou plus grande *capacité pour contenir le calorique*. La *température* d'un corps dépend donc de la quantité de *calorique interposée* ; mais cette quantité dépend de la *capacité*, & conséquemment la *température* doit varier par un changement de *capacité*. Le docteur Crawford admettant la permanence des *capacités*, croit que la *température* d'un corps dépend en partie de la quantité de *calorique* qu'il contient, & en partie de sa *capacité*, & que conséquemment la *température* peut varier, ou par un changement dans la nature du corps, ou par une augmentation ou diminution de son *calorique*,

Si le changement, dit-il, provient de la première de ces circonſtances, on en pourra conclure que, dans le même corps, la *température* peut changer, quoique le *calorique ſpécifique* n'éprouve pas de changement. Pour admettre cet énoncé, il faut ſuppoſer que les *capacités* ſont permanentes à toutes ces *températures*, tant que les corps ne changent pas d'état, qu'il n'entre pas de *calorique* dans les compoſitions des molécules des corps, & que conſéquemment l'abſorption de *calorique* obſervée pendant les changemens d'état, provient ſeulement d'un changement de *capacité*; je diſcuterai dans les chapitres ſuivans, ces différentes opinions.

10°. Si la propriété dont jouit le *calorique* de ſe répartir dans tous les corps, juſqu'à ce qu'ils aient acquis la même *température*, n'étoit pas troublée par des cauſes ſans ceſſe agiſſantes, la *température* de tous les corps de la terre deviendroit enfin uniforme, & alors le *calorique* ſeroit dans un état de repos.

11°. Le docteur Pallas rapporte que dans les déſerts de la Sibérie, pendant une gelée très-forte, le mercure ſe gela dans un thermomètre expoſé à l'atmoſphère. Les expériences déciſives qui ont été faites à la baye d'Hudſon, par M. Hutchius, prouvent que pour faire ge-

ler le mercure, il faut un froid de 32 degrés au-dessous de zéro : à l'instant où le docteur Pallas a fait ses observations, la *température* de l'atmosphère en Sibérie étoit donc de 32 degrés. On peut en conclure qu'à la *température* ordinaire de l'atmosphère, les corps contiennent une grande quantité de *calorique*.

12°. La quantité de *calorique* que contient un corps, dont toutes les molécules ont la même *température*, est proportionnelle à sa masse; si deux livres d'eau, par exemple, contiennent une certaine quantité de *calorique*, une livre à la même *température*, n'en contiendra que la moitié.

13°. Les sensations de *chaleur* & de *froid* ne sont que relatives; elles dépendent de l'équilibre de *température*. Un corps quelconque peut en même-tems produire de la *chaleur* & du *froid* pour deux personnes mises dans des situations différentes.

14°. Beaucoup de corps dans la nature peuvent subir trois modifications, la solidité, la liquidité & la fluidité. Ces modifications dépendent du pouvoir qu'a le *calorique* de vaincre l'attraction qu'ont les molécules des corps les unes pour les autres; mais ce pouvoir est ensuite modéré par la pression plus ou moins forte de l'atmosphère.

CHAPITRE

CHAPITRE SECOND.

Les dilatations & les condenſations du mercure dans le thermomètre ſont à peu près proportionnelles entre le terme de l'ébullition de l'eau & celui de ſa congellation, aux quantités de calorique communiquées ou enlevées à un corps quelconque, pourvu qu'il ne change pas d'état.

CE fut M. de Luc qui rechercha le premier le rapport exiſtant entre les augmentations de *calorique*, & les dilatations des liquides dont on ſe ſert pour conſtruire les thermomètres. Il obſerva qu'en mêlant d'égales quantités d'eau froide & d'eau chaude, la quantité de *calorique* produiſant les différences entre les *températures*, ſe diviſoit également entre ces deux portions; ſi les dilatations de mercure, dit-il, ſont proportionnelles aux quantités de *calorique* communiquées, un thermomètre doit, après le mélange, indiquer la moyenne arithmétique: il mêla de l'eau à 6 degrés, avec une égale quantité du même liquide à 75, & il obſerva qu'en plongeant un thermomètre dans le mélange, cet inſtrument indiquoit toujours quelque peu moins que la moyenne arithmétique; mais cette différence n'étoit pas de plus de $\frac{26}{100}$ de degré.

Il répéta cette expérience à différentes *températures*, & obtint toujours le même résultat; il en conclut que le thermomètre est à très-peu-près une mesure exacte de la *chaleur*.

Les expériences de M. de Luc ont été répétées par le docteur Crawford; les thermomètres dont il s'est servi, étoient gradués sur l'échelle de Farenheit, & chaque degré étoit divisé en dix parties égales; les résultats de ses différentes expériences qui ont été faites avec le plus grand soin, prouvent 1°. qu'en mêlant d'égales quantités d'eau froide & d'eau chaude, le thermomètre à mercure indique toujours, à très-peu près, la moyenne arithmétique; 2°. qu'en variant les proportions d'eau froide & d'eau chaude les, *températures* indiquées après le mélange, par le thermomètre, correspondent pareillement, à très-peu-près, avec celles qui sont indiquées par le calcul; 3°. qu'en mêlant de la même manière d'égales quantités d'huile de lin à différens degrés, la véritable *température* surpasse toujours un peu la moyenne arithmétique; 4°. que les dilatations de l'air ne correspondent pas avec les quantités de *calorique* communiquées; 5°. enfin que les dilatations du mercure étant à très-peu près proportionnelles aux quantités de *calo-*

rique communiquées, le thermomètre à mercure eſt une meſure exacte de la *chaleur.*

Cette dernière conſéquence ne peut être rigoureuſement vraie, qu'autant 1°. que les *capacités* des corps ſont permanentes, tant qu'ils ne changent pas d'état, depuis le terme de la congellation du mercure juſqu'à celui de ſa vaporiſation; 2°. que les dilatations du mercure ſont, dans le même eſpace, proportionnelles aux augmentations de *calorique.* Il faut abſolument, pour que le thermomètre ſoit une meſure exacte de la *chaleur*, que ces deux propriétés ſoient réunies.

Mais les expériences du docteur Crawford, en les ſuppoſant de la dernière exactitude, abſtraction faite des corrections qui ſont néceſſaires pour les ſources d'erreur dont ſa méthode eſt ſuſceptible, prouvent ſeulement que la *capacité* des corps qu'il a ſoumis à l'expérience, eſt permanente, depuis le terme de la congellation de l'eau, juſqu'à celui de la vaporiſation, & que les dilatations du mercure ſont, dans le même eſpace, proportionnelles aux augmentations de *calorique.* Il faudroit donc de nouvelles expériences pour prouver que le thermomètre à mercure eſt une meſure exacte de la *chaleur*, depuis le terme de la congellation juſqu'à celui de ſon ébullition.

Admettons cependant que le thermomètre jouiſſe de cet avantage, & voyons quelle utilité on en pourroit tirer, par rapport aux *températures*.

Si le mercure ne ſe geloit point, & ſi l'échelle du thermomètre commençoit au zéro réel, on ne pourroit pas déterminer la quantité de *calorique* que contient le mercure, lorſqu'il eſt dilaté juſqu'à telle ou telle hauteur; mais il ſeroit poſſible de repréſenter cette quantité par un nombre quelconque, ce nombre ſeroit déterminé par les diviſions de l'échelle: on pourroit alors s'énoncer clairement en diſant que la *température* d'un corps qui dilate le mercure de ſix degrés, par exemple, eſt double de celle d'un autre corps qui ne le dilate que de trois; ainſi, même dans cette ſuppoſition, on n'auroit que des rapports de *température*, & non des déterminations exactes de quantités abſolues de *calorique*; mais cette ſuppoſition eſt démentie par les faits; les diviſions du thermomètre ne commencent qu'au terme de la congellation du mercure; les augmentations de *température* ſont donc des fractions inconnues de la *température* réelle; conſéquemment dans l'état actuel de nos connoiſſances, on préſente une idée très-fauſſe, en diſant que la

température d'un corps eſt double ou triple de celle d'un autre corps.

Ainſi en admettant le concours des circonſtances les plus favorables, le thermomètre à mercure ne peut, quant aux *températures*, que déterminer ſi celle d'un corps eſt plus haute que celle d'un autre corps, depuis le terme de la congellation du mercure, juſqu'à celui de ſa vaporiſation. Quant à la propriété qu'on lui attribue de meſurer exactement la *chaleur*, il n'en peut jouir de même que dans ce court eſpace.

CHAPITRE TROISIÈME.

Les capacités des corps pour contenir le calorique ſont, ſuivant le docteur Crawford, à très-peu près permanentes tant qu'ils ne changent pas d'état.

L'ON dit que la *capacité* d'un corps eſt permanente, lorſque la même quantité de *calorique* qui l'élève d'un certain nombre de degrés, meſurée ſur un thermomètre dont les dilatations ſont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, l'élève du même nombre de degrés à toute autre *température*.

L'on dit, au contraire, que la *capacité* eſt

augmentée ou diminuée, lorſqu'après ce changement, il faut lui communiquer une plus ou moins grande quantité de *calorique*, pour qu'il dilate également le mercure du thermomètre.

Nous avons vu dans le chapitre précédent, 1°. que les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation de l'eau, juſqu'à celui de ſon ébullition; 2°. qu'en plongeant un thermomètre à mercure dans un mélange d'eau froide & d'eau chaude, il indique à très-peu-près la moyenne arithmétique.

Le docteur Crawford tire de ces deux énoncés les concluſions ſuivantes; 1°. que les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation, juſqu'à celui de ſa vaporiſation; 2°. que la *capacité* de l'eau eſt permanente, tant qu'elle ne change pas d'état.

La première de ces concluſions eſt une ſuppoſition, puiſque les expériences du docteur Crawford prouvent tout au plus que les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation de l'eau, juſqu'à celui de ſon ébullition. La ſeconde eſt une conſéquence juſte, que l'on eſt obligé d'admettre; en effet,

les divisions du thermomètre sont égales entr'elles. Si donc les dilatations du mercure sont proportionnelles aux quantités de *calorique* communiquées, la *température* d'un mélange de parties égales d'eau froide & d'eau chaude, étant égale à la moyenne arithmétique, la *capacité* de l'eau doit être permanenre.

Il est bien remarquable que la permanence de *capacité* de l'eau, & la dilatabilité du mercure proportionnelle aux augmentations de *calorique*, servent mutuellement à se démontrer; si l'une de ces propriétés n'existoit pas, il ne seroit pas possible de prononcer l'existence de l'autre.

Il est cependant très-possible que dans la courte échelle qu'emploie le docteur Crawford, les différences dans les *capacités* des corps & dans les dilatations du mercure se compensent ou disparoissent par les corrections multipliées que le grand nombre d'incertitudes dont cette méthode est susceptible, rend indispensables.

Les dilatations du mercure nous paroissant donc proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme de la congellation de l'eau, jusqu'à celui de sa vaporisation, & la *capacité* de ce dernier liquide pouvant être regardée comme à très-peu-près permanente, tant qu'elle ne change pas d'état; on peut, en

s'en ſervant pour terme de comparaiſon, déterminer ſi la *capacité* d'autres corps eſt permanente aux *températures* intermédiaires aux termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau. Suppoſons, par exemple, qu'on mêle une livre d'eau à dix degrés, avec une livre de fer à trente, & que dans cette circonſtance la *température* du mélange ſoit de vingt degrés; ſi, en répétant l'expérience, la *température* de l'eau étant de dix degrés, & celle du fer étant de ſoixante, la *température* du mélange ſe trouve de trente-cinq degrés, on pourra conclure que la *capacité* du fer eſt permanente à tous les degrés intermédiaires, aux termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau.

Le docteur Crawford a fait, d'après ce principe, beaucoup d'expériences ſur les oxides & les métaux, & il croit, d'après ſes réſultats, que la *capacité* des corps, lorſqu'ils ne changent pas d'état, eſt permanente à tous les degrés intermédiaires aux termes de la congellation & de l'ébullition de l'eau; il conclut enſuite par induction, que la *capacité* des corps eſt permanente à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état.

Il eſt eſſentiel d'obſerver que le docteur Crawford n'a opéré que ſur un certain nombre de ſubſtances, ſi en continuant ce travail ſur

tous les corps de la nature, & d'après la même méthode, ils présentent tous le même résultat, sans aucune exception, ce qui est peu vraisemblable, on en pourra tirer la conséquence que les *capacités* des corps sont permanentes, tant qu'ils ne changent pas d'état à toutes les *températures* intermédiaires aux termes de l'ébullition de l'eau & de la glace fondante, pourvu toutefois que dans cette courte échelle, les petites différences, s'il en existe, ne soient pas effacées par les corrections multipliées que l'on est obligé de faire. Mais pourroit-on de ces faits conclure que les *capacités* de tous ces corps sont permanentes à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état? je le répète, ce n'est-là qu'une supposition qui, dénuée de preuves, peut n'être point admise par ceux qui se font un devoir de ne rien déduire au-delà de l'expérience.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Les corps exposés à la chaleur *absorbent, pendant leur liquéfaction ou leur vaporisation, une quantité de calorique qui n'augmente pas leur température, & qui se dégage lorsqu'ils se liquéfient ou se solidifient.*

Ce fut le docteur Black qui découvrit ce fait important en 1756; ce célèbre physicien fit à peu-près, dans le même tems, beaucoup d'expériences décisives & ingénieuses pour établir cette vérité; M. de Luc les a depuis insérées dans son traité sur la météorologie.

1°. Si l'on mêle une livre d'eau à zéro, avec une livre de même liquide à 61,22 degrés, la *température* du mélange est de 31 degrés à peu-près; mais si l'on mêle une livre de glace à zéro, avec une livre d'eau à 62,22 degrés, la *température* du mélange est zéro (*a*).

(*a*) D'après les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace, une livre d'eau à 60 degrés peut fondre totalement une livre de glace, & la *température* du mélange est alors zéro; proposition qu'on peut énoncer de la manière suivante, indépendamment des divisions arbitraires des poids & du thermomètre : *La quantité de calorique nécessaire pour fondre la glace est égale*

2°. Si l'on méle une livre d'eau à zéro avec une livre de glace à —62,22 degrés, l'eau est solidifiée en entier, & la *température* du mélange est zéro.

Ces deux expériences prouvent que la quantité de *calorique* dégagé d'une livre d'eau pendant sa congellation, est précisément égale à celle qui est absorbée par la liquéfaction d'une livre de glace.

Il est aisé, d'après cela, d'expliquer le phénomène suivant, que le docteur Black observa, je crois, le premier.

3°. Si la *température* de l'air du lieu, étant à quelques degrés au-dessous de zéro, on expose à l'atmosphère de l'eau purgée d'air, elle s'abaisse de quelques degrés au-dessous de zéro sans perdre sa liquidité; mais si-tôt qu'on

---

aux trois quarts de celle qui peut élever le même poids d'eau de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante.

Suivant les expériences de M. Wilke, il faut 57,73 degrés pour fondre la glace.

Nous avons donc trois nombres différens pour la détermination de la fusion de la glace.

	degrés.
Docteur Black	62,22
MM. Lavoisier & de Laplace	60
M. Wilke	57,33

l'agite, il y a une portion qui ſe gele, & la *température* du mélange contenant de la glace & de l'eau s'élève à zéro.

4°. Le docteur Black a auſſi prononcé que l'eau en ſe vaporiſant, abſorbe une certaine quantité de *calorique* qui n'augmente pas ſa *température.*

Ce célèbre phyſicien découvrit cette ſeconde vérité, en faiſant ſur l'eau, à une haute *température*, une expérience qui lui offrit un phénomène remarquable.

Ayant élevé dans une machine à Papin la *température* d'une certaine quantité d'eau, beaucoup au-deſſus du 80e degré, il ouvrit un robinet adapté à cette machine; auſſi tôt une partie de l'eau s'eſt vaporiſée, & la *température* de celle qui reſtoit dans le vaiſſeau ſe trouva de 80 degrés (*a*). Cette vérité peut encore être

---

(*a*) La quantité de *calorique* dégagée d'un poids quelconque de vapeur aqueuſe augmente pendant ſa condenſation, & déterminée, d'après les expériences de M. Watt, eſt aſſez conſidérable pour élever la *température* d'un poids égal d'une ſubſtance non évaporable, ayant la même *capacité* que l'eau de 405 degrés.

Je vais décrire l'appareil dont s'eſt ſervi M. Watt, parce qu'il peut être employé à déterminer la *chaleur* qui ſe dégage pendant la décompoſition de quelques

démontrée par un grand nombre d'autres expériences.

5°. L'eau perdant, pendant sa congellation, une partie de son *calorique*, il est aisé de con-

---

vapeurs, en prenant cependant quelques précautions nécessaires.

1°. Un vase couvert dans lequel doit bouillir l'eau.

2°. Un tube de métal de 5 à 6 pieds de long, partant du haut de ce vase, s'élevant obliquement, & se terminant en un tube recourbé vers le bas.

3°. Un second vase qui contient de l'eau à la *température* du lieu, & qui doit recevoir le bec du tube à une certaine période de l'opération. Ce vase & son eau sont exactement pesés; il est couvert pour que l'évaporation ne diminue pas la quantité de son eau durant l'expérience.

4°. Un petit vase placé au-dessous & vers le bas du tube, en communication avec celui-ci. Ce vase est destiné à recevoir l'eau que les vapeurs déposent dans le tube, & qui y coule en rétrogradant vers le premier vase.

Il faut de plus déterminer la *capacité* du second vase, & la quantité de *calorique* qu'il communique à l'atmosphère lorsque sa *température* est plus haute que celle du milieu environnant.

On fait bouillir l'eau du premier vase, & quand ses vapeurs s'échappent avec abondance par le bec du tube, on le plonge dans l'eau du second vase, qui reçoit ainsi l'eau & le *calorique combiné* des vapeurs; on a soin d'agiter, afin que toute la masse ait toujours un même

cevoir pourquoi la *température* de ce liquide, qui, exposé à un degré de froid au-dessous de zéro, devient en partie solide lorsqu'il est agité par les vents, s'élève au même instant jusqu'à zéro, & reste alors stationnaire, jusqu'à ce qu'il soit entièrement gelé.

Comme le dégagement du *calorique* dépend immédiatement, dans cette circonstance, de la congellation, il est évident que ce dégagement doit être proportionnel à la quantité d'eau gelée; mais comme la congellation de l'eau dépend du pouvoir refroidissant du milieu environnant, la quantité de glace est proportionnelle à ce pouvoir; ainsi l'eau communique du *calorique* au milieu environnant, & absorbe en même-tems celui qui se dégage de la portion qui se gèle; mais comme cette communication est égale à l'absorption, la *température* du mélange d'eau & de glace ne doit point varier.

C'est aussi pour cette raison que la glace fondante, l'eau bouillante, & la vapeur aqueuse pendant sa condensation, ont une *température*

---

degré de *chaleur*. L'expérience étant terminée, on pèse de nouveau le second vase, après quoi, toute correction faite, on détermine la quantité de *calorique* nécessaire pour vaporiser l'eau. On peut employer cette méthode pour beaucoup d'autres substances.

ſtationnaire ; dans toutes ces circonſtances la quantité de *calorique* abſorbée ou dégagée, eſt préciſément égale à celle qui eſt communiquée ou enlevée.

On peut conclure de ces faits, que quand des corps expoſés à la *chaleur* ou au *froid*, ont pendant leur changement d'état, une *température* fixe, ils abſorbent ou communiquent du *calorique*.

Le docteur Black a trouvé que le ſuif, le blanc de baleine, la cire & la poix réſine ont une *température* fixe, lorſqu'ils éprouvent un changement d'état par la liquéfaction ou par la congellation.

6°. Le docteur Crawford tire de ces diverſes obſervations, la concluſion générale que *les corps expoſés à la chaleur, abſorbent en ſe fondant ou ſe vaporiſant, une quantité de calorique néceſſaire à leur liquéfaction ou à leur vaporiſation, mais qui n'augmente pas leur température, & que pendant les changemens oppoſés, ils perdent les quantités de calorique qu'ils avoient précédemment abſorbées.*

MM. Lavoiſier & de Laplace énoncent ce principe de la manière ſuivante. *Toutes les variations de chaleur, ſoit réelles, ſoit apparentes, qu'éprouve un ſyſtême de corps en changeant d'état, ſe reproduiſent dans un ordre inverſe lorſque le ſyſtême repaſſe à ſon premier état.*

7°. 1°. Si les tems que deux portions du même liquide emploient à se geler sont égaux, les quantités de glace seront directement proportionnelles aux pouvoirs refroidissans. 2°. Si les pouvoirs refroidissans sont égaux, les quantités de glace seront entr'elles comme les tems de la congellation. 3°. Conséquemment, si les tems de la congellation & les pouvoirs refroidissans sont inégaux, les quantités de glace seront entr'elles comme les tems multipliés par les pouvoirs. 4°. Les tems seront donc entr'eux comme les quantités de glace divisées par les pouvoirs; 5°. & si les quantités de glace sont égales, les tems seront en raison inverse des pouvoirs.

Le docteur Crawford indique le moyen pour déterminer les rapports existans entre les quantités de *calorique*, que des poids égaux de corps hétérogènes perdent pendant leur congellation, d'après le tems qu'ils mettent à se geler lorsqu'ils sont exposés à des pouvoirs refroidissans égaux.

Il faut observer cependant que cet énoncé demande à être expliqué : tous les corps ne changent pas d'état à la même *température*; ces changemens sont infiniment variés. Si, par exemple, on opère sur deux liquides, & si l'un se solidifie à l'instant où la *température* ré-

pond

pond au deuxième degré du thermomètre, tandis que l'autre éprouve ce changement, lorſque ſa *température* répond à la diviſion de l'échelle que l'on a nommée zéro ; il faudra que ſi le premier de ces liquides eſt expoſé à un milieu dont la *température* ſoit zéro, le ſecond, pour être expoſé à un pouvoir refroidiſſant égal, ſoit placé daus un milieu dont la *température* ſoit 2 degrés. Ce n'eſt qu'en prenant ces précautions qu'on peut tirer quelque utilité de l'énoncé ci-deſſus. Ajoutons que pour rendre cette méthode exacte, il faudroit encore pouvoir enlever les couches de glace à meſure qu'elles ſe forment, ſans cela la glace formée empêcheroit le liquide qui eſt au-deſſous, de ſe geler ſi promptement.

8°. Le docteur Crawford penſe que l'abſorption du *calorique*, pendant la fuſion & la vaporiſation, provient ſeulement d'une augmentation de *capacité*. Mais ſi l'abſorption provient de ce changement, ce n'eſt qu'après qu'il eſt effectué, que le *calorique* peut être abſorbé ; la *capacité* change donc néceſſairement avant qu'il y ait abſorption ; mais pour que cet effet ait lieu, il faut que le corps éprouve quelqu'autre changement ultérieur, dont celui ci n'eſt qu'une conſéquence. Quelle eſt donc la cauſe qui augmente la *capacité* dans ces cir-

constances? Est-ce une combinaison du *calorique* avec les molécules? Dans ce cas l'absorption de *calorique* proviendroit en partie d'une combinaison réelle, & en partie de l'augmentation de *capacité* produite par cette même combinaison. Il seroit donc nécessaire, pour appuyer l'hypothèse du docteur Crawford, d'examiner, 1°. quelle est la cause qui augmente la *capacité*; 2°. s'il y a entre l'eau & la glace, une différence de *capacité* à laquelle on puisse attribuer l'absorption totale du *calorique*, pendant la liquéfaction ou la vaporisation. On a trouvé, ou du moins on soupçonne que la *capacité* de la glace est à celle de l'eau comme 9 est à 10; mais comme les *capacités* ne sont pas proportionnelles au *calorique spécifique*, on ne peut pas prouver par ce rapport que l'absorption de *calorique* provient seulement d'un changement de *capacité*; il faudroit pour réaliser cette hypothèse, connoître le *calorique spécifique* de la glace fondante, & démontrer que l'absorption du *calorique*, pendant sa liquéfaction, en est une partie aliquote, égale au rapport des deux *capacités*. Mais au lieu de suivre cette marche, les partisans de cette hypothèse concluent le *calorique spécifique* de la glace de cette absorption même de *calorique* qu'ils devroient

expliquer ; cette supposition n'est donc appuyée d'aucune preuve concluante ; d'ailleurs le phénomène s'explique d'une manière bien plus simple & bien moins forcée, par l'admission de la combinaison du *calorique*. Cette opinion est adoptée par le docteur Black, MM. de Luc, Lavoisier, de Laplace, le chevalier Landriani, & beaucoup d'autres. Ces physiciens ne l'ont admise qu'après y avoir mûrement réfléchi.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Il faut d'inégales quantités de calorique pour produire des changemens égaux de température dans des poids égaux de corps hétérogènes.

1°. Si l'on veut augmenter d'un degré la *température* d'une livre d'eau & celle d'une livre de mercure, il faudra employer d'inégales quantités de *calorique*.

2°. Si l'on mêle quatre livres d'oxide d'antimoine blanc par le nitre (antimoine diaphorétique) à quatre degrés avec une livre de glace à zéro, la *température* du mélange sera de 2 degrés : si l'on mêle 4 livres du même oxide à zéro, avec une livre de glace à 4 degrés,

la *température* du mélange ſera également de 2 degrés.

En répétant ces expériences à différentes *températures*, on obtiendra toujours le même réſultat. Il en réſulte, ſuivant le docteur Crawford, qu'une livre de glace & quatre livres d'oxide d'antimoine blanc par le nitre, contiennent d'égales quantités de *calorique ;* mais 4 livres d'oxide contiennent quatre fois autant de *calorique* qu'une livre ; conſéquemment le *calorique ſpécifique* d'une livre de glace eſt à celui d'une livre d'oxide comme 4 eſt à 1 ; mais ſi l'on mêle une livre de glace à zéro, avec une livre d'oxide d'antimoine blanc par le nitre, à —10 la *température* du mélange ſera de 2 degrés, la glace ſera refroidie de 2 degrés, & la *température* de l'oxide ſera élevée de 8 ; le changement produit dans la *température* de la glace eſt donc au changement produit dans celle de l'eau,

comme. . . . . 1 eſt à 4

mais nous venons de voir que le *calorique ſpécifique* d'une livre de glace, eſt à celui d'une livre d'oxide, comme. . . . . 4 eſt à 1

Conſéquemment les *quantités ſpécifiques* de *calorique* de poids égaux de glace & d'oxide d'antimoine blanc par le nitre ſont, ſuivant le

docteur Crawford, en raiſon inverſe des changemens produits dans leur *température*, lorſqu'on les mêle à différens degrés.

3°. Le docteur Crawford s'eſt ſervi de cette méthode pour déterminer les *quantités ſpécifiques de calorique* de différens corps, en les mêlant à différens degrés, & obſervant les changemens qui ſont produits dans leur *température*.

Cette manière de déterminer le *calorique ſpécifique* eſt fondée ſur deux ſuppoſitions; 1°. que les *capacités* de tous les corps ſont permanentes à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état ; 2°. que le *calorique* qui eſt abſorbé pendant la liquéfaction & la vaporiſation, ne ſe combine point, & que cet effet provient ſeulement d'un changement de *capacité*. Nous venons de voir dans les chapitres précédens, que rien n'appuyoit ces deux énoncés, & qu'ils ne pouvoient être regardés, dans l'état actuel de nos connoiſſances, que comme des hypothèſes, d'autant plus que l'examen des faits porte à croire qu'elles ſont oppoſées à la vérité. La méthode du docteur Crawford, quoique très-ingénieuſe, ne peut donc à la rigueur remplir le but qu'il s'étoit propoſé, à moins qu'on ne prouve, 1°. la permanence des capacités à toutes les *températures*, tant

que les corps ne changent pas d'état ; 2°. l'absorption du *calorique* pendant la liquéfaction & la vaporisation produite seulement par un changement de *capacité*. Si l'on ne prouvoit que le premier de ces énoncés, on ne pourroit déterminer, d'après cette méthode, que le *calorique interposé*, celui qui influe sur la *température*.

CHAPITRE SIXIÈME.

De la nature du calorique.

On n'a point encore déterminé d'une manière exacte, la nature du *calorique*. Quelques personnes pensent que c'est un être simple, dépendant de lui seul, répandu par-tout en grande quantité, & dont quelques effets ont de l'analogie avec ceux que produit la *lumière*, tandis que d'autres en diffèrent essentiellement.

D'autres physiciens, mais en bien plus petit nombre, pensent qu'il n'existe point de substance à laquelle on puisse donner le nom de *calorique*, & que la *chaleur* n'est que le résultat des mouvemeus insensibles des molécules de la matière.

MM. de Lavoisier & de Laplace, dans le

mémoire qu'ils ont publié ſur la *chaleur*, ne décident point entre les deux hypothèſes. « Plu-
» ſieurs phénomènes, diſent-ils, paroiſſent fa-
» vorables à la ſeconde; tel eſt, par exemple,
» celui de la *chaleur* que produit le frottement
» de deux corps ſolides; mais il en eſt d'autres
» qui s'expliquent plus facilement dans la pre-
» mière : peut-être ont-elles lieu toutes deux
» à la fois. Ils obſervent en outre, au ſujet de
» la dernière ſuppoſition, que dans tous les mou-
» vemens dans leſquels il n'y a point de chan-
» gement bruſque, il exiſte une loi générale
» que les géomètres ont déſignée ſous le nom
» de *principe de la conſervation des forces vives*;
» cette loi conſiſte en ce que dans un ſyſtême
» de corps qui agiſſent les uns ſur les autres
» d'une manière quelconque, la *force vive*,
» c'eſt-à-dire, la ſomme des produits de chaque
» maſſe, par le carré de ſa vîteſſe, eſt conſ-
» tante. Si les corps ſont animés par des *forces*
» *accélératrices*, la *force vive* eſt égale à ce
» qu'elle étoit à l'origine du mouvement, plus
» à la ſomme des maſſes multipliées par les
» carrés des vîteſſes dues à l'action des *forces*
» *accélératrices*. Dans la ſeconde hypothèſe, la
» *chaleur* eſt la *force vive* qui réſulte des mou-
» vemens inſenſibles des molécules des corps;
» elle eſt la ſomme des produits de la maſſe

» de chaque molécule, par le carré de sa » vîtesse.

» Cette manière d'envisager la *chaleur* explique facilement pourquoi l'impulsion directe » des rayons solaires est inappréciable, tandis » qu'ils produisent une grande *chaleur*: leur impulsion est le produit de leur masse par leur » simple vîtesse; or, quoique cette vîtesse soit » excessive, leur masse est si petite que ce » produit est presque nul; au lieu que leur » *force vive* étant le produit de leur masse par » le carré de leur vîtesse, la *chaleur* qu'elle » représente est d'un ordre très-supérieur à celui de leur impulsion directe. Cette impulsion sur un corps blanc qui réfléchit abondamment la *lumière*, est plus grande que sur » un corps noir, & cependant les rayons solaires communiquent au premier une moindre *chaleur*; parce que les rayons, en se » réfléchissant, emportent leur *force vive* qu'ils » communiquent au corps noir qui les absorbe ».

Quelques personnes enfin croyent que le *calorique* n'est point un être simple. Suivant M. de Luc, c'est un composé de *lumière*, & d'une base qui nous est inconnue dans son état de liberté, ou que du moins nous obtenons peut-être sans nous en douter.

On peut objecter à cette opinion que le *calorique* n'ayant pas de poids ſenſible, la peſanteur de ſa baſe doit conſéquemment être nulle. Mais nos expériences ne prouvent pas véritablement que la *lumière*, le *calorique* & pluſieurs autres ſubſtances ne ſont pas peſantes; elles indiquent tout au plus que les inſtrumens dont on ſe ſert ne ſont pas aſſez délicats pour déterminer cette peſanteur. Il eſt donc très-probable que le *calorique*, & conſéquemment ſa baſe (ſi toutefois il eſt compoſé), ont une peſanteur quelconque; notre idée ſe refuſe à l'exiſtence d'un corps dont la peſanteur eſt abſolument nulle.

Si l'on regarde le *calorique* comme un compoſé binaire, on ne peut point reconnoître ſa baſe par l'augmentation de poids des ſubſtances auxquelles elle pourroit s'unir; parce que ſa peſanteur eſt pour nous inſenſible; mais on devroit au moins la diſtinguer, après cette combinaiſon, par l'exiſtence de quelque nouvelle propriété.

Il eſt vrai que les Phyſiciens à qui l'on feroit cette objection, pourroient repondre que cette conſéquence eſt extrêmement juſte; mais que pour l'appuyer, il faudroit qu'on connût tous les principes qui entrent dans la compoſition des corps, & qu'on fût au point d'at-

tribuer à chacun les effets qu'il doit produire.

Les belles expériences de Schéele & de MM. Berthollet, Chaptal, Dorthes, Prieftley & Ingen-Houfz prouvent que la *lumière* a une influence directe fur les corps ; mais de quelle manière agit-elle ? fe combine-t-elle dans quelques circonftances avec l'oxigène, pour former un compofé trinaire, qui eft l'air vital ; ou s'unit-elle à la bafe du *calorique* qui peut être contenue dans les corps ; & n'eft-ce point ce premier changement qui contribue aux changemens ultérieurs ? quelle eft fon influence dans quelques autres circonftances ? s'unit-elle feule aux molécules des corps ? en dégage-t-elle quelque principe ? Comme nous n'avons encore aucune expérience directe qui puiffe entraîner notre décifion à cet égard, ces différentes opinions ne font pour nous qu'hypothétiques, & conféquemment, on ne peut en admettre aucun exclufivement.

Quoi qu'il en foit, il n'eft pas permis, en bonne phyfique, de fuppofer un être quelconque, il ne faut admettre que ceux dont on peut démontrer l'exiftence ; on peut fe refufer, avec raifon, aux explications même les plus fatisfaifantes, lorfque la bafe fur laquelle elles font fondées, n'eft appuyée d'aucun fait

démontré. La base du *calorique* ne nous étant donc point connue, & aucune des expériences qui ont été faites jusqu'à ce moment, ne pouvant pas même nous la faire soupçonner, nous pouvons regarder l'opinion que le *calorique* est un composé, comme une véritable supposition : & telle est sa nature qu'elle ne peut être appuyée d'aucune probabilité.

Je ne parle point ici de l'analogie qui peut exister entre les gaz, les vapeurs & le *calorique*, analogie qui, quoique très-frappante, ne peut cependant prouver la combinaison de cette dernière substance, puisqu'il faut des faits & non des analogies, pour appuyer une conséquence.

Il est possible aussi que la *lumière* n'agisse pas sur tous les corps de la même manière; qu'elle se combine quelquefois avec cette base supposée du *calorique*, & quelquefois avec d'autres principes. Il est de même possible qu'elle entre seule dans la composition de certains corps, & qu'elle soit essentielle à leur nature; mais il faut encore bien du tems pour distinguer les véritables causes, & peut-être sommes-nous bien éloignés d'une théorie complette sur cet objet.

Il est toujours certain que les trois opinions que nous venons d'énoncer, ne sont qu'hypo-

thétiques, puiſqu'il eſt impoſſible de les démontrer d'une manière rigoureuſe, & que jamais peut-être nous n'arriverons à ce dégré de connoiſſance. Les expériences n'étant donc pas aſſez multipliées pour completter un corps de ſcience, & conſéquemment pour établir une bonne théorie, nous ne pouvons dans l'état actuel des connoiſſances, aſſurer que telle ou telle explication eſt la meilleure ; nous devons conſéquemment nous reſtreindre, pour l'avancement de la ſcience, & principalement pour en faciliter l'étude aux commençants, à préſenter, en rapprochant les faits, les cauſes immédiates qui les produiſent ; je vois donc qu'il peut être néceſſeire de rapporter toutes les explications d'un même phénomène, & de s'étendre ſur-tout ſur celle qui paroît la plus probable; cette méthode trouveroit peut-être alors moins de contradicteurs, & les oppoſans de la nouvelle doctrine n'objecteroient plus qu'on forme une théorie complette quand on n'a qu'un certain nombre de faits, qui peuvent tout au plus donner plus de probabilité à telle ou telle opinion.

Il me ſemble donc qu'il eſt eſſentiel pour l'intérêt de la ſcience, de ne point admettre ſur la nature du *calorique*, aucune opinion excluſive, juſqu'à ce que nos connoiſſances ſoient

plus étendues : je rapporterai les explications qu'on peut donner des différens faits, ayant grand ſoin d'obſerver qu'aucune explication ne peut être générale, que quand, après avoir réuni tous les phénomènes, on ne voit pas d'anomalies.

Je ne rapporterai point ici ce qu'on a écrit pour prouver les deux premières hypothèſes ; je ne ferois que répéter ce que chacun connoît ; je me contenterai donc de préſenter bien brièvement quelques réflexions de M. de Luc.

Ce phyſicien ne croit pas que les rayons ſolaires ſoient *calorifiques* ; il fonde cette opinion ſur ce qu'en un même lieu, dans la même ſaiſon, ou en différens lieux, à même latitude, il exiſte des différences très-frappantes dans la *température*. L'intenſité de la *chaleur* dépendant, ſuivant lui, de la baſe à laquelle la *lumière* doit ſe réunir, il eſt poſſible que la quantité de cette baſe ſoit variable dans un même lieu, & conſtamment différente en divers lieux à même latitude, à cauſe des différences du ſol.

C'eſt probablement, ſuivant lui, dans l'atmoſphère que les rayons ſolaires forment le nouveau *calorique* qui doit remplacer celui qui ſe détruit ſans ceſſe ; or, comme l'état de l'atmoſphère varie beaucoup dans les mêmes lieux,

il eſt poſſible de concevoir que ces variations augmentent ou diminuent cette baſe de *calorique* ; de ſorte que les *températures* locales éprouvent des changemens conſidérables, quelquefois d'une heure à l'autre, & que les *températures* comparatives des mêmes ſaiſons en éprouvent de la même manière.

C'eſt, ajoute-t-il, dans les couches inférieures de l'atmoſphère que ſe forme le nouveau *calorique* ; ce qui explique le phénomène remarquable de la moindre *chaleur* des couches ſupérieures, quoiqu'elles ſoient traverſées pour le moins autant que les inférieures par la ſomme des rayons ſolaires incidens & réfléchis.

Toutes ces opinions ne ſont que des conjectures qui ne ſeront réaliſées que quand elles ſeront appuyées par des expériences exactes.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Réflexions ſur les différences qui exiſtent entre les capacités, & ſur la dilatabilité, la chaleur, le froid, la température, la fuſion, l'évaporation, la combuſtion & les affinités.

QU'IL me ſoit permis d'expliquer comment je conçois qu'il peut exiſter des différences dans ces *capacités*, & comment on peut les apprécier.

1°. Quelle que ſoit la cauſe qui produiſe les affinités, il eſt certain qu'elles exiſtent & qu'elles ſont infiniment variées, ſoit entre les molécules homogènes, ſoit entre celles qui ne le ſont pas. L'expérience nous indique que plus on écarte les molécules d'un corps, & plus l'attraction qu'elles ont entr'elles diminue; mais on ne ſait pas également ſi cette diminution d'attraction eſt proportionnelle à la dilatation, & ſi dans différens corps l'attraction plus ou moins forte des molécules homogènes dépend de leur écartement. Obſervons encore que le *calorique* eſt compreſſible, qu'il jouit du pouvoir d'écarter les molécules, & de vaincre conſéquemment l'affinité qu'elles ont les unes avec les autres; que tous les corps de la nature ont des pores plus ou moins grands, & qu'ils abſorbent ou communiquent en changeant d'état une quantité de *calorique* qui n'eſt point ſenſible au thermomètre; d'après ces vérités, nous pourrons donner une explication ſatisfaiſante des *capacités* plus ou moins grandes des corps, de leur *dilatabilité*, de la *chaleur*, du *froid*, de la *température*, de la *fuſion*, de la *vaporiſation*, de la *combuſtion* & des *affinités*.

2°. Suppoſons, pour la facilité de l'explication, qu'il ſoit poſſible de retirer tout ce qui peut ſe trouver entre les pores d'un ſolide

quelconque, & qu'on posséde du *calorique* à un degré quelconque d'expansion, si vous en faites entrer dans les pores de ce corps, vous arriverez au point de les remplir parfaitement, & le *calorique* interposé entre les molécules sera au même degré d'expansion que celui qui a servi à faire l'expérience : si vous en ajoutez encore, le *calorique* sera de plus en plus comprimé, jusqu'à ce qu'enfin la compression soit proportionnelle à l'affinité des molécules les unes pour les autres. Jusqu'à ce moment les molécules sont restées à la même distance, & le *calorique* n'a point satisfait la propriété dont il jouit de les écarter; l'équilibre est alors établi; mais il se produira une dilatation sitôt que vous détruirez cet équilibre en appliquant une nouvelle quantité de *calorique* : ces molécules s'écarteront de manière que la compression du *calorique interposé* soit proportionnelle à l'attraction des molécules. Si vous ajoutez une nouvelle quantité de *calorique* égale à la précédente, il est possible que la dilatation ne suive pas le même rapport; mais l'équilibre s'établira toujours entre la compression du *calorique interposé* & l'attraction de molécule à molécule. Ainsi, plus vous diminuerez l'affinité, & moins le *calorique interposé* sera comprimé. En répétant toujours la même opération, vous arriverez enfin

enfin au point où s'opérera la liquéfaction; ce changement aura lieu à l'inſtant où l'affinité des molécules les unes pour les autres ſera moins forte que celle qu'elles ont pour s'unir avec le *calorique*; elles obéiront donc à cette nouvelle affinité en vertu de ſa ſupériorité, & il faudra communiquer du *calorique* juſqu'à ce que la liquéfaction ſoit totale.

3°. Obſervons ici qu'avant ce changement nous ne conſidérons qu'un eſpace plus ou moins grand rempli par du *calorique* plus ou moins comprimé, mais non combiné; il eſt cependant poſſible, & même très-vraiſemblable, qu'il entre dans la compoſition de chaque molécule des corps ſolides, une certaine quantité de *calorique* néceſſaire à leur nature, & qui perd par cette combinaiſon toutes ſes qualités diſtinctives. Nous rapporterons ci-après des faits qu'il eſt impoſſible d'expliquer ſi cette combinaiſon n'a pas lieu, & nous reviendrons ſur cet objet en parlant de la combuſtion & de la détonnation.

4°. Juſqu'au moment de la liquéfaction, ce n'eſt donc qu'une ſimple interpoſition; mais pendant ce changement c'eſt une nouvelle combinaiſon opérée en vertu d'une affinité ſupérieure. Ces molécules du ſolide s'uniſſent avec une certaine quantité de *calorique* pour former

un liquide ; ce *calorique* eſt abſolument néceſſaire à la nature de ce nouveau corps : ce liquide a des pores qui ſeront remplis par le *calorique* qui étoit avant la liquéfaction interpoſé entre les molécules du ſolide, de telle manière què l'écartement entre les molécules du nouveau compoſé ſoit à très-peu près égal à celui qui exiſtoit entre celles du ſolide qui la produit.

5°. Nous pouvons donc regarder dans tout liquide quelconque deux portions de *calorique* bien diſtinctes ; l'une qui, agiſſant ſur le thermomètre, détermine la température ; & l'autre qui n'y produit aucun effet. Il eſt néceſſaire pour diſtinguer ces portions, de leur donner des expreſſions différentes ; c'eſt ce qui m'engage à conſidérer le *calorique* dans trois états, & d'employer des épithètes pour les diſtinguer ; ainſi, je me ſervirai des expreſſions *calorique libre*, *calorique interpoſé* & *calorique combiné.*

6°. Si vous ajoutez de noveau *calorique* au liquide que vous avez formé, vous le dilaterez, & l'attraction diminuée des molécules ſe mettra en équilibre avec la compreſſion du calorique, juſqu'à ce qu'enfin la vaporiſation ait lieu ; ce changement s'opérera à l'inſtant où l'affinité des molécules des liquides, les unes pour les autres, ſera moindre que celle qu'elles ont pour

le *calorique;* il faudra donc en ajouter jusqu'à ce que le changement soit total, & alors les molécules du nouveau composé seront à peu près à la même distance que celles du liquide qui la produit.

7°. Jusqu'ici nous avons vu que la compression du *calorique interposé* étoit toujours égale à l'attraction des molécules les unes pour les autres; c'est en vertu de cette propriété que le *calorique* tend à se mettre en équilibre; il parvient à cet état quand il est également comprimé, & c'est pour satisfaire à cette égalité de compression qu'il réduit tous les corps à la même *température.* Les *températures* dépendent donc de la compression du *calorique ;* mais comme les attractions sont proportionnelles aux compressions, les *températures* seront les mêmes quand les attractions seront égales, parce qu'alors le *calorique* étant également comprimé de part & d'autre, il sera dans un état d'équilibre; ainsi, les molécules homogènes de deux corps qui ont la même *température*, ont entr'elles séparément le même degré d'attraction.

8°. Nous venons de voir que les liquides & les fluides contenoient deux portions de *calorique;* l'une n'est qu'interposée, tandis que l'autre est réellement combinée. Il y a tout lieu de présumer que les solides obéissent aux mêmes

loix; quoi qu'il en ſoit, comme nous exprimons par l'expreſſion *calorique ſpécifique*, la quantité de *calorique* que contient un corps comparativement à celle que contient un autre corps, il s'en ſuit que pour déterminer le *calorique ſpécifique* des liquides, des fluides, & peut-être des ſolides, il faut connoître la quantité de *calorique combiné*; ces deux portions réunies forment le *calorique ſpécifique*.

9°. Il eſt bien reconnu que pendant le changement d'état des corps la *température* reſte ſtationnaire; mais nous venons de démontrer que les *températures* de deux corps ne peuvent être égales qu'autant que leurs molécules ont entr'elles ſéparément la même attraction, & conſéquemment que la compreſſion du *calorique* eſt égale de part & d'autre. Nous pouvons en conclure que dans la fuſion de la glace, par exemple, les molécules de l'eau ont entr'elles, à l'inſtant de leur formation, la même attraction que les molécules de la glace à l'inſtant de la liquéfaction. Il en eſt de même pendant l'ébullition de l'eau.

10°. Il ne ſuffit pas de donner les cauſes de la liquéfaction & de la vaporiſation, il faut encore expliquer les changemens des fluides en liquides, & des liquides en ſolides; c'eſt ce dont je vais m'occuper. La vaporiſation de l'eau

n'a lieu que quand l'attraction de ses molécules les unes pour les autres, est moindre que celle qu'elles ont pour le *calorique*. Mais l'attraction des molécules diminue par la dilatation, & leur affinité supérieure pour le *calorique* a lieu à un degré d'affinité constant. Si l'on rapprochoit alors les molécules en diminuant le *calorique interposé*, la vaporisation ne s'opéreroit point; il y a donc entre les molécules de l'eau un maximum d'écartement qui détermine l'évaporation. Il faut donc que les molécules de la vapeur soient à la même distance à l'instant de sa formation, que les molécules de l'eau à l'instant de la vaporisation. Si vous diminuez cet écartement en enlevant un peu de *calorique*, les molécules de l'eau qui ne sont plus à leur maximum d'écartement, auront plus d'affinité entr'elles que pour le *calorique*, & alors s'opérera la liquéfaction des vapeurs : il en est de même pour le changement des liquides en solides. On peut me faire une objection qui, au premier coup-d'œil, paroîtroit très-concluante, mais qu'il est aisé de renverser; on peut m'objecter que les molécules de l'eau devant être à l'instant de leur formation à la même distance que celles de la glace à l'instant de la liquéfaction, de même que les molécules des vapeurs devant être au moment de leur formation à

la même distance que les molécules de l'eau prête à se vaporiser, il n'y a pas de raison pour que l'eau occupe plus ou moins d'espace que la glace, & pour que les vapeurs occupent beaucoup plus d'espace que l'eau. J'observerai d'abord qu'il n'est point encore bien prouvé que l'eau occupe moins d'espace que la glace, que ce n'est peut-être qu'une apparence opérée par des causes secondaires, & qu'il seroit possible de supprimer; d'ailleurs, cette différence est si peu considérable, qu'elle ne peut servir de preuve. Quant aux vapeurs, la différence est trop sensible pour qu'on s'y méprenne, & c'est pour cette raison que je vais chercher à l'expliquer. Les molécules des vapeurs aqueuses sont composées, 1°. des molécules de la glace; 2°. du *calorique* qu'il a fallu successivement leur communiquer pour les liquéfier & les vaporiser: cette quantité de *calorique* comprend le *calorique combiné* & le *calorique interposé*. Rien n'indique que dans cette circonstance le *calorique combiné* soit comprimé, & quand il le seroit, il est bien certain qu'il doit augmenter le volume de chaque molécule. Les molécules de l'eau doivent donc être plus grosses que celles de la glace, & les molécules des vapeurs plus grosses que celles de l'eau; mais comme les molécules de la glace n'absorbent pendant leur

liquéfaction que 60 d. environ de *chaleur*, tandis que l'eau, en se vaporisant, en absorbe 405, la différence entre les molécules des vapeurs & de l'eau doit être bien plus grande que celle qui existe entre les molécules de l'eau & de la glace, d'autant plus que les molécules des vapeurs contiennent outre les 405 degrés qui sont nécessaires à leur formation, les 60 degrés environ qu'il a fallu communiquer à la glace pour la liquéfier; ainsi, par ce seul motif, les molécules des vapeurs doivent être beaucoup plus grosses que celles de l'eau, puisqu'elles contiennent sept fois à peu près autant de *calorique*; elles doivent donc occuper plus d'espace.

11°. Les changemens d'état n'ont pas lieu dans tous les corps à la même *température*, ils dépendent de leur nature & des affinités plus ou moins fortes que les molécules ont entr'elles. L'affinité qu'elles ont pour le *calorique* détermine aussi plus ou moins promptement ces changemens; mais ce qui est général, c'est l'augmentation d'affinité de molécule à molécule opérée par la pression de l'atmosphère; cette pression s'oppose à son écartement, & conséquemment retarde l'instant de leur changement d'état; si vous la supprimez, les changemens s'opéreront plus promptement. C'est pour cette raison que de l'éther mis sous la machine pneu-

matique ſe vaporiſe lorſque le vuide eſt fait ; les molécules ſont alors plus écartées, & ſe trouvent à la diſtance où elles ont plus d'affinité pour le *calorique* qu'entr'elles, & alors il ſe produit du *froid*, parce qu'il y a formation de vapeur.

12°. Nous ſommes maintenant en état de fixer d'où dépendent les différences dans les *capacités*. Les *capacités* de deux corps ſont égales lorſqu'ayant la même *température* & leur communiquant la même quantité de *calorique*, la compreſſion ſe trouve égale dans l'un & l'autre corps. La *capacité* d'un corps eſt d'autant plus grande, qu'il faut, à *température* égale, lui communiquer plus de *calorique* pour établir une égale compreſſion; les *capacités* dépendent donc des attractions des molécules homogènes, & les forces qu'il faut employer pour les égaliſer déſignent ces *capacités*. Il faut, pour que la *capacité* d'un corps ſoit permanente, que la même quantité de *calorique* qui diminue l'affinité des molécules d'$\frac{1}{100}$, par exemple, la diminue de la même fonction à toute autre *température*. La permanence des *capacités* ou les différences qui peuvent exiſter entr'elles dépendent donc des diminutions d'affinité & de l'eſpace compris entre les molécules. Ainſi, à moins que les *capacités* ne ſoient permanentes, elles

ne peuvent repréſenter les quantités de *calorique interpoſé*, & à bien plus forte raiſon le *calorique ſpécifique*. Quand la compreſſion du *calorique* eſt en raiſon inverſe de l'écartement, la quantité de *calorique interpoſé* eſt égale. Lorſque le *calorique* eſt également comprimé, c'eſt-à-dire, lorſque les *températures* ſont égales, les quantités de *calorique interpoſé* ſont comme les eſpaces. Il paroît conſtant que les liquides ſont plus dilatables que les ſolides, & les fluides plus que les liquides; mais il n'eſt point encore prouvé que les *capacités* ſuivent la même loi.

13°. Quand deux corps ont la même *température*, l'attraction reſpective qu'ont entr'elles les molécules homogènes eſt égale (*a*). Nous pouvons donc exprimer ces affinités par le nombre de degrés qui déſigne la *température* réelle. Si, par exemple, le zéro réel eſt à 600 degrés au-deſſous du terme de la congellation de l'eau, on pourra exprimer l'attraction des molécules d'un corps dont la *tempéra-*

(*a*) Cette propoſition peut, au premier abord, paroître invraiſemblable; mais je ſupplie le lecteur d'y réfléchir mûrement, de ſéparer toutes les cauſes, & j'oſe me flatter qu'alors il ſera de mon avis.

ture eſt de 10 degrés au-deſſus du zéro du thermomètre par le nombre 610 (*a*). Si deux corps hétérogènes forment un nouveau compoſé à une *température* de 50 degrés au-deſſus du terme de la glace fondante, on exprimera l'affinité qu'ont ces deux corps entr'eux par le nombre 650 ; en obſervant que plus le nombre qui déſigne l'affinité eſt conſidérable, & moins l'attraction eſt forte. Si l'un des ingrédiens d'un compoſé binaire en contact avec un autre corps, ſe combine avec lui pour former un nouveau compoſé à la *température* de 30 degrés du thermomètre, on exprimera cette attraction par le nombre 630. S'il étoit poſſible d'iſoler tous les corps que nous regardons comme ſimples, de les réunir deux à deux, & de remarquer les degrés où ces nouvelles combinaiſons ont lieu, on auroit les nombres exprimant les affinités des corps deux à deux, & conſéquemment on pourroit, d'après la méthode indiquée par MM. Cavendish, de Fourcroy & Bergman, déterminer avec exactitude les affinités ſimples & doubles. Quant aux af-

---

(*a*) Je rapporterai dans la ſeconde partie toutes les tentatives qui ont été faites pour déterminer le zéro réel.

finités plus compliquées, on n'y parviendra qu'en séparant toutes les causes; demande presqu'impossible à remplir. Il faut seulement observer qu'en suivant la méthode de MM. Cavendish, de Fourcroy & Bergman, ce seroit le nombre le moins considérable qui détermineroit la décomposition ou la non-décomposition. Commençons par les affinités simples. Soit un composé binaire (a / b) & un corps simple mis en contact, dont l'affinité avec *a* soit exprimée par le nombre 660; si la *température* réelle du composé binaire est de 650 degrés, la décomposition n'aura pas lieu; mais à la *température* de 660 degrés passés, le corps simple s'unira avec *a*, & formera un nouveau composé.

Quant aux affinités doubles, il faut un peu plus de réflexions. Soit deux sels 1 { (a / b) (c / d) } 2, soit leur *température* exprimée par le nombre 620, on aura pour la somme de l'affinité de leurs molécules, le nombre 1240; soit l'affinité de *a* pour *c* exprimée par 610, & celle de *b* pour *d* par 615: ces deux nombres réunis forment un total de 1225. Ce nombre étant plus petit que 1240, la décomposition doit

s'opérer. Si l'affinité de *a* pour *c* étoit de 610, & celle de *b* pour *d* de 625, il y auroit encore décomposition, parce que cette réunion ne formeroit qu'un nombre de 1235.

Cette méthode est suffisante pour les sels; mais pour les autres composés binaires, il faut faire une double opération pour déterminer si la décomposition doit ou ne doit pas avoir lieu. Supposons toujours deux composés { (*a* *b*) (*c* *d*) }, soit de même la somme des *températures* 1240, soit l'affinité de *a* pour *c* exprimée par 630, & celle de *b* pour *d* par 615; alors il ne doit point y avoir de décomposition, parce que 1245 est plus fort que 1240 : mais en renversant l'arrangement & mettant 1 { (*a* *b*) (*d* *c*) } 2, soit l'affinité de *a* pour *d* de 615, & celle de *b* pour *c* de 620; alors il doit y avoir décomposition, parce que nous avons dans ce cas 1235. Je pourrois m'étendre davantage sur cet objet; mais je crois que le lecteur intelligent pourra, d'après ces foibles idées, découvrir les conséquences qu'on en peut déduire; je me propose d'ailleurs de suivre ce travail, il est déjà commencé, mais je rencontre à chaque

pas de grandes difficultés, & il me faudra bien du tems pour les surmonter.

Je dois cependant, avant de finir cet article, faire une observation qui peut détruire des objections mal fondées. Les molécules de deux corps ayant la même *température*, ont entre elles séparément la même affinité. Si donc, peut-on m'objecter, un troisième corps en décompose un des deux à cette *température*, il doit également décomposer l'autre. J'observerai que cette conséquence n'est pas juste. En effet, supposant deux corps *a* & *b* dont la *température* soit de 10 degrés au-dessus de zéro, leur affinité respective sera représentée par le nombre 610. Soit un troisième corps dont l'affinité de molécule à molécule soit pareillement exprimée par le numéro 610, & dont l'affinité pour *b* soit exprimée par le nombre 609, alors la décomposition aura lieu; mais si son affinité pour *a* est de 620, il faudra élever les deux derniers corps à la *température* de 20 degrés au-dessus de zéro pour produire la décomposition. Les décompositions dépendent donc des affinités des molécules hétérogènes; & conséquemment deux corps qui ont la même *température*, & conséquemment la même affinité respective, peuvent n'être point décomposés tous les deux par un troisième à cette *température*; mais à des degrés très-éloignés.

14°. Nous avons vu ci-dessus que les différences dans les *températures* dépendoient des différences dans les compressions du *calorique*, & que les attractions entre les molécules homogènes devoient s'égaliser pour ramener les corps à la même *température*. C'est en vertu de cette propriété, qu'il se produit de la *chaleur* ou du *froid* dans quelques mélanges qui forment de nouvelles combinaisons.

Pendant un mélange quelconque, il peut se produire de la *chaleur* ou du *froid*, soit par diminution ou augmentation de volume, soit par augmentation ou diminution d'affinité des nouvelles molécules, comparativement à celle qu'avoient les molécules homogènes les unes pour les autres; soit par une addition ou diminution du *calorique*, combiné avec les molécules du nouveau composé, comparativement à celui que contenoient les molécules avant leur union; soit enfin par la réunion de ces différentes causes. Il est impossible, dans l'état actuel de nos connoissances, de séparer ces diverses circonstances, & de déterminer la véritable raison de chaque phénomène; mais il n'en est pas moins vrai que ce sont les causes ci-dessus énoncées qui produisent la *chaleur* & le *froid* que l'on observe dans la combinaison de l'alcohol, de l'acide sulfurique & du muriate

de ſoude avec l'eau, & dans un grand nombre d'autres mélanges.

15°. L'explication que je viens de donner des divers phénomènes, ci-deſſus énoncés, m'eſt perſonnelle; mon opinion pouvant être hypothétique, je ne la préſente pas comme une vérité démontrée; j'obſerverai ſeulement que j'ai cela de commun avec toutes les opinions que l'on a eues juſqu'à ce moment ſur cet objet, & qu'on aura peut-être par la ſuite; les faits ſont bien obſervés; mais ils ne ſont pas encore aſſez nombreux pour établir une véritable théorie; le plus grand effort que l'on puiſſe faire eſt de réunir en faveur de l'opinion que l'on adopte, un plus grand nombre de probabilités; nous ne devons donc pas, dans ce moment, admettre d'opinion excluſive; mais on peut & on doit, pour l'intérêt de la ſcience, raſſembler ſous un même point de vue, les diverſes explications, & laiſſer à chacun la liberté de choiſir celle qui lui ſemble préférable; c'eſt ſouvent du choc des opinions que naiſſent les lumières, & c'eſt là le ſeul bien que peuvent opérer réellement les ſyſtêmes, & principalement leur réunion; c'eſt d'après cette conſidération que je me ſuis permis de préſenter une manière de voir, qui, comme toutes celles qui ont pour

but d'expliquer les phénomènes ci dessus énoncés, n'est qu'hypothétique.

Je vais de même présenter les différentes opinions que l'on a eues jusqu'à ce moment sur la combustion, en observant toujours que je n'en admets aucune exclusivement, & que je ne les réunis que pour faire naître aux personnes intelligentes, des idées qui pourront completter une théorie.

16°. Nous avons vu ci-dessus qu'en rapprochant les molécules de l'eau, elles arrivent enfin aux degrés de rapprochement où les molécules de la glace ont plus d'affinité entr'elles que pour le *calorique* ; c'est par la même raison, suivant ceux qui regardent le *calorique* comme un simple composé, que s'opère sa décomposition. Si l'on rapproche les molécules de sa base, tellement qu'elles aient plus d'affinité entr'elles qu'avec la *lumière*, elles s'uniront alors, & la *lumière* se dégagera librement.

17°. Quelle que soit l'opinion que l'on adopte sur la nature du *calorique*, il paroît certain que la *lumière* qui se dégage pendant la combustion, provient, sinon totalement, du moins en grande partie, de la décomposition de l'air vital. Cet air est donc composé de *lumière*, de *calorique* & d'oxigène. Si la *lumière* n'est point partie constituante

conſtituante du *calorique*, il faut qu'elle ſoit ou interpoſée entre les molécules de l'air vital, ou combinée avec elle; mais dans l'un & l'autre cas, comme il y a dans l'air vital du *calorique interpoſé* & *du calorique combiné*, il faut que la *lumière* ſoit ſeulement mélangée avec le *calorique*. Je ne connois aucune expérience qui prouve que la *lumière* eſt mélangée avec le *calorique* ou qu'elle en forme une des parties conſtituantes. La queſtion reſte donc indéciſe.

Je dois cependant obſerver que l'explication des phyſiciens qui regardent le *calorique* comme un être ſimple, préſente une difficulté de moins que celle qui admet ſa compoſition, en ce qu'elle ne ſuppoſe aucun principe; elle décrit les faits & rend enſuite raiſon des phénomènes d'une manière à la vérité hypothétique, mais que l'on ne peut renverſer directement, parce que, conforme à la manière de raiſonner que nous avons adoptée, elle n'admet que les principes qui lui paroiſſent agir & rejette tous ceux qui nous ſont inconnus, ſoit parce qu'ils ſont inſenſibles à nos inſtrumens, ſoit parce qu'ils ne produiſent ſur nos ſens aucun effet. La ſeconde au contraire ſuppoſe l'exiſtence d'un corps purement arbitraire, aucune expérience ne peut même le faire ſoupçonner; c'eſt ſur des analogies qu'il eſt fondé;

mais des analogies peuvent tout au plus favoriser des explications, & non des suppositions purement gratuites. On observera, avec raison, que cette base du *calorique* supposé doit, après la décomposition de ce principe, ou produire quelqu'effet sur nos sens, ou changer la nature des corps; mais aucun fait ne peut même faire soupçonner cette sensation ou ce changement; cette supposition est donc dénuée de preuves. Elle n'est fondée sur aucune expérience, & conséquemment, d'après la marche que l'on suit actuellement dans les sciences, on peut la regarder comme une pure hypothèse: il faut cependant convenir qu'en l'admettant, les phénomènes de la combustion s'expliquent d'une manière très-vraisemblable. Cette réflexion nous conduit nécessairement à la conclusion générale que les présomptions & les seules probabilités, même les plus fortes, ne doivent point nous faire donner la préférence à un système quelconque. En ne s'appuyant que de seules probabilités, on risque à se laisser entraîner de supposition en supposition, & à marcher conséquemment dans la route des chimères; il vaudroit beaucoup mieux ne rien expliquer que d'admettre des explications fausses, ou qui, du moins, ne sont pas prouvées directement ou indirectement. Cependant la réunion des opinions

ne peut produire, à mon avis, qu'un très-grand bien.

18°. Dans la ſuppoſition que le *calorique* eſt un composé binaire, on peut expliquer les effets de la combuſtion de la manière ſuivante. Il ſe dégage de la *lumière* pendant la combuſtion, parce que le *calorique* étant ſubitement très-comprimé, il y en a une partie qui ſe décompoſe. Cette grande & ſubite compreſſion du *calorique* provient, pendant cet acte, de l'union des molécules hétérogènes; le plus ou le moins de *clarté* dépend de la plus ou moins forte compreſſion du *calorique*, & des quantités d'air vital décompoſées dans un tems donné; toutes choſes égales d'ailleurs, il doit ſe dégager plus de *lumière* pendant la combuſtion du phoſphore que pendant celle du charbon; dans le premier exemple, il ſe forme un ſolide, & conſéquemment le *calorique* eſt comprimé plus promptement que dans le ſecond, où il ſe forme du gaz acide carbonique.

Dans la détonnation du gaz hydrogène, de même que pendant ſa combuſtion, la lumière n'eſt pas ſi vive que dans la combuſtion du phoſphore, parce que le *calorique* eſt moins comprimé dans la vapeur aqueuſe, & qu'il y en a conſéquemment moins de décompoſé.

Le plus ou moins de *lumière* qui ſe dégage

pendant la combuſtion, dépend donc en grande partie, en admettant la compoſition du *calorique*, de la plus ou moins grande quantité de *calorique* décompoſé dans un tems donné. Il peut ſe faire qu'il ſe dégage de la *lumière* par quelqu'autre cauſe; mais nous ne pouvons encore former que des ſyſtêmes à cet égard.

19°. Si l'on fait chauffer une baguette de fer ſans la rougir, & ſi on la forge enſuite rapidement, elle luira bientôt par incandeſcence; cet effet provient, en ſuppoſant toujours la compoſition du *calorique*, de ce qu'on le comprime alors, & que les molécules de ſa baſe pouvant ſe réunir, il y en a une partie qui ſe décompoſe en laiſſant dégager la *lumière*.

On peut expliquer de la même manière, la *lumière* & la *chaleur*, qui ſe dégagent de quelques corps durs en les frottant, & de la chaux que l'on éteint.

20°. On peut, en regardant le *calorique* comme un être ſimple & diſtinct de la *lumière*, expliquer le phénomène que l'on obſerve en frottant enſemble deux morceaux de bois, en diſant, qu'alors le *calorique* étant comprimé, il ſe dégage en partie, & élève le bois à la *température* où ſes molécules ont plus d'affinité avec l'oxigène qu'il n'en a avec le *calorique* & la *lumière*, & qu'alors l'air vital ſe décompoſant, il ſe dégage de la *chaleur* & de la *lu-*

mière, parce que tout le *calorique* & toute la *lumière* qui entroient dans la composition de l'air vital, n'entrent point dans la composition du gaz acide carbonique qui se forme.

Mais on ne peut pas expliquer de la même manière le phénomène que l'on observe en frottant deux pierres ; il n'y a point alors d'affinité supérieure, & conséquemment point de décomposition de l'air vital ; il faut donc avoir recours à la question, si la *lumière* est seulement interposée, il s'en dégage une partie, parce qu'elle est trop comprimée ; mais si elle est partie constituante du *calorique*, il s'en dégage, parce que le *calorique* trop comprimé se décompose en partie.

21°. Si l'on admet la composition du *calorique*, on peut dire que la *chaleur* est l'effet produit sur nos sens par le *calorique* non décomposé ; & que par sa décomposition, il laisse dégager la *lumière* qui en faisoit une partie constituante.

Si la *lumière* s'unit aux molécules des corps, sans être préalablement combinée avec la base du *calorique*, on éprouve, dans l'explication qui admet la composition du *calorique*, une très-grande difficulté pour le dégagement de cette *lumière* non combinée avec la base du *calorique* ; il faut alors avoir recours à l'expli-

cation qui regarde le *calorique* & la *lumière*, comme deux êtres ſimples & diſtincts l'un de l'autre, & qui attribue la plus ou moins grande quantité de *lumière dégagée* à la moindre ou plus grande affinité des molécules du nouveau composé pour ce principe; mais ſi l'on admet cette explication pour le dégagement de la *lumière* non combinée avec la baſe du *calorique*, pourquoi ne pas l'admettre pareillement pour ce dégagement du *calorique* que l'on peut ſoupçonner dériver abſolument de la même cauſe, & qu'on peut alors regarder comme un être ſimple? on éviteroit alors une très-grande ſuppoſition, celle d'une baſe qui eſt abſolument inconnue, & dont il eſt impoſſible dans le ſort actuel de nos connoiſſances de nous former aucune idée.

La *chaleur* qui ſe dégage pendant la combuſtion d'un corps eſt d'autant plus vive, qu'il ſe conſume en moins de tems; ce n'eſt pas qu'il ſe produiſe plus de *chaleur*, mais ſeulement parce qu'elle a moins de tems pour ſe répandre uniformément.

22°. Je pourrois rapporter un grand nombre d'autres phénomènes qui s'expliquent aiſément en admettant que le *calorique* eſt un composé binaire; mais je reviendrai ſur cet objet dans la quatrième partie.

En admettant la compoſition du *calorique*, on pourroit demander ce que devient ſa baſe après ſa décompoſition ; il eſt poſſible qu'elle reſte unie au corps brûlé, ou qu'elle ſe répande dans l'atmoſphère, c'eſt ce que je ne ſais pas ; il faudroit des expériences multipliées & bien exactes pour avoir des idées nettes ſur cet objet. Cependant, en attendant cette déciſion, l'objection demeurant irréſolue, doit faire rejetter la compoſition du *calorique* par tous ceux qui n'admettent point de ſyſtêmes.

23°. Si l'on regarde le *calorique* comme un être ſimple, on peut expliquer la plus ou moins grande quantité de *lumière* & de *calorique* qui ſe dégage pendant la combuſtion par la moindre ou plus grande quantité de *lumière* & de *calorique* qui entre dans la compoſition des molécules des corps brûlés ; plus les molécules d'un corps brûlé doivent contenir de *lumière* & de *calorique* pour paſſer à cet état, & moins il ſe produit de *clarté* & de *chaleur* pendant la combuſtion.

24°. Il doit auſſi ſe dégager plus de *chaleur*, toutes choſes égales d'ailleurs, dans les combuſtions dont les produits ſont ſolides, que dans celles où il ſe forme des liquides ou des fluides. Cependant, comme il paroît qu'il entre du *calorique* dans la compoſition des mo-

lécules de quelques ſolides, peut-être même de tous, & que pluſieurs en contiennent une grande quantité dans un état de compreſſion très-conſidérable, il eſt poſſible que cet énoncé ſouffre quelques exceptions.

C'eſt, je crois, en raiſon de cette grande compreſſion du *calorique combiné* que l'oxide d'argent fulminant détonne ſitôt qu'on le touche. Les molécules de cet oxide ſont à la *température* où nous vivons preſqu'à la diſtance où elles peuvent ſe réunir pour former de nouveaux composés; ſitôt qu'on les comprime, elles ſe réuniſſent; l'oxigène s'unit à l'hydrogène pour former de l'eau & de l'azote, & l'azote, devenu libre, ſe dégage également. Cette première explication eſt la même en admettant l'une ou l'autre des hypothèſes ci-deſſus énoncées, c'eſt-à-dire, en regardant le *calorique* comme un être ſimple ou comme un composé binaire; mais le dégagement de *lumière* & de *chaleur* ne dérive pas de la même ſource dans les deux explications.

Si l'on admet la compoſition du *calorique*, on peut dire qu'auſſi-tôt que l'eau ſe forme & que l'azote ſe trouve iſolé, une partie du *calorique* s'unit aux molécules de l'eau & aux molécules de l'azote pour former de la vapeur aqueuſe & du gaz azote; l'autre partie du *ca-*

lorique ſe trouve interpoſée entre les molécules de ces deüx nouveaux compoſés; mais le *calorique interpoſé* n'écartant pas aſſez promptement ces mêmes molécules, il ſe trouve ſur le champ comprimé au point de ſe décompoſer en partie : une portion ſe dégage librement pour rétablir l'équilibre de *température*, tandis que l'autre ſe décompoſant, laiſſe dégager la *lumière* qui entroit dans ſa décompoſition. En admettant cette explication, il faut ſuppoſer qu'il n'entre point dans la compoſition des molécules de la *lumière* non combinée avec la baſe du *calorique*.

Quant à l'exploſion, elle provient de ce que la vapeur aqueuſe & le gaz azote ſont conſidérablement dilatés; mais l'équilibre de *température* ſe rétabliſſant promptement, il ſe forme un vuide qui eſt ſur le champ rempli par l'air environnant.

Si au contraire on regarde le *calorique* comme un être ſimple, du moins dans l'état actuel de nos connoiſſances, on peut expliquer la détonnation de l'argent fulminant de la manière ſuivante. L'expérience indique que l'oxide d'argent fulminant eſt compoſé d'hydrogène, d'oxigène, d'azote, de *lumière* & de *calorique*; la moindre compreſſion facilite la combinaiſon de l'oxigène, parce qu'on rapproche par ce moyen

leurs molécules. Aussi-tôt que ce nouveau composé est formé, l'azote se trouve libre ; alors le *calorique* & la *lumière* qui sont nécessaires à la constitution des vapeurs aqueuses & du gaz azote, se combinent avec leurs molécules, & le *calorique* & la *lumière* qui ne se combinent point, se dégagent, soit pour établir l'équilibre, soit parce que ces substances sont trop comprimées.

Rapprochons maintenant ces deux explications pour voir en quoi elles diffèrent.

En admettant la composition du *calorique*, l'oxide d'argent fulminant est composé en dernière analyse, d'oxigène, d'hydrogène, d'azote & de *calorique* (c'est-à-dire, de sa base & de *lumière*) ; il peut se faire aussi qu'il entre dans chaque molécule de la *lumière* non combinée à d'autres principes, ce qui même est très-probable, & alors cette première explication ne peut point servir à cette portion de *lumière* ; il faut avoir alors recours à celle des physiciens qui regardent le *calorique* & la *lumière* comme des êtres simples, ainsi que je l'ai observé ci-dessus. Les substances qui proviennent de la décomposition de cet oxide sont le gaz azote & les vapeurs aqueuses. Ce gaz azote est composé d'azote & de *calorique* (c'est-à-dire, de sa base & de la *lumière* qui y est unie), & la

vapeur aqueuſe eſt compoſée d'hydrogène, d'oxigène & de *calorique*.

En regardant au contraire le *calorique* comme un être ſimple & diſtinct de la *lumière*, l'oxide d'argent fulminant eſt compoſé d'hydrogène, d'oxigène, d'azote, de *calorique* & de *lumière*. Le gaz azote eſt compoſé d'azote & de *calorique*, & la vapeur aqueuſe eſt compoſée d'hydrogène, d'oxigène & de *calorique*. Il eſt poſſible que ces deux derniers compoſés contiennent de la *lumière*, mais elle n'y a point encore été démontrée; d'après cette dernière opinion, la *lumière* & le *calorique* qui entrent en grande quantité dans la compoſition de l'oxide d'argent fulminant, doivent ſe dégager preſque totalement, parce qu'il en entre beaucoup moins dans la compoſition du gaz azote & de la vapeur aqueuſe. Je le répète, cette dernière explication jouit de l'avantage de ne rien ſuppoſer, & de n'employer que les ſubſtances qui ſont ou palpables, ou ſenſibles à nos ſens; tandis qu'en admettant la compoſition du *calorique*, on eſt obligé de ſuppoſer un corps dont on ne peut ſe former aucune idée.

Il eſt vrai qu'on peut demander d'où vient le *calorique?* s'il eſt envoyé avec la *lumière* par le ſoleil, ou ſi notre planette en contient une quantité indeſtructible qui ſe renouvelle ſans

ceſſe ? Pourquoi la *lumière*, pouvant ſe combiner avec les molécules des corps, ne ſe fixe point dans celles de notre atmoſphère, & parvient juſqu'à nous ? effet qui provient ſans doute de ce que ſes molécules ſont ſurſaturées, & ne peuvent plus en recevoir. Pourquoi les *températures* varient d'un inſtant à l'autre, & ſont très-différentes dans les mêmes ſaiſons? Mais il eſt des choſes qu'il n'eſt même pas permis de chercher à expliquer lorſque les expériences ne ſont pas aſſez multipliées pour appuyer l'explication.

25°. Le nitrate & le muriate ſuroxigéné de potaſſe, & peut-être beaucoup d'autres corps ſolides, contiennent auſſi de la *lumière* & du *calorique* combinés avec les molécules & conſtituant leur nature; mais ces quantités diffèrent dans preſque tous les corps, & dépendent d'attractions qui nous ſont connues. Il paroît, par exemple, qu'il entre plus de *calorique* & plus de *lumière* dans la compoſition des molécules du muriate ſuroxigéné de potaſſe, que dans celles du nitrate de potaſſe, & c'eſt de cette plus grande quantité que dépend la force ſupérieure de la poudre faite avec le muriate ſuroxigéné de potaſſe.

Outre ces quantités différentes de *calorique* & de *lumière* dans les corps, il paroît encore

certain que ces ſubſtances ne ſont pas également comprimées dans toutes leurs combinaiſons. Il paroît que dans l'argent fulminant, elles ſont à un état de compreſſion très-conſidérable ; que dans le muriate ſuroxigéné de potaſſe, elles le ſont moins, & que dans le nitrate de potaſſe elles le ſont encore moins. Dans l'oxide d'argent fulminant, le moindre effort facilite la réunion de l'hydrogène & de l'oxigène. Dans le muriate ſuroxigéné de potaſſe, il faut un effort un peu plus conſidérable, tel, par exemple, que le frottement entre deux pierres dures, ainſi que l'a obſervé M. Lavoiſier ; & dans le nitrate de potaſſe, cet effort ne peut, en le ſuppoſant même très-conſidérable, faciliter ſa décompoſition : il ſeroit poſſible cependant qu'à une *température* exceſſivement baſſe cet effet eût lieu.

La décompoſition d'un corps peut conſéquemment provenir de deux cauſes différentes, ou de l'abaiſſement de *température*, ou du contact d'un autre corps à une *température* plus élevée.

26°. On peut encore expliquer de deux manières la fulmination du muriate ſuroxigéné de potaſſe par l'acide ſulfurique, obſervée par MM. de Fourcroy, Berthollet & Pelletier.

Suivant l'opinion que le *calorique* eſt un

composé binaire, le muriate suroxigéné de potasse est un composé d'acide muriatique, de potasse, d'oxigène, de *lumière* unie à la base du *calorique*, & peut-être de *lumière* qui n'est point préalablement unie avec cette base : la proportion du *calorique* est très-considérable dans ce composé. Si donc on y ajoute de l'acide sulfurique, il s'unira avec la potasse inverse d'une affinité supérieure ; alors l'acide muriatique & l'oxigène devenus libres se dégageront, en se combinant avec le *calorique*, sous la forme de gaz muriatique oxigéné & d'air vital. Mais comme tout le *calorique* ne sera pas employé à ces nouvelles combinaisons, c'est-à-dire, la formation du sulfate de potasse, du gaz muriatique oxigéné & de l'air vital, il y en aura une partie qui se trouvera interposée entre les molécules ; cette portion doit les écarter ; mais si ce pouvoir ne surpasse pas l'affinité des molécules, une certaine quantité de *calorique* se trouvant à son maximum de compression, se décomposera, & la *lumière* qui en formoit une partie constituante, produira sur nos sens l'effet que nous nommons *clarté ;* une autre partie du *calorique interposé* se dégagera pour établir l'équilibre de *température :* mais n'étant point alors décomposée, elle produira sur nos sens l'effet que nous nom-

mons *clarté*. On peut dans la même ſuppoſition expliquer de la même manière la détonnation de la poudre ordinaire, de celle faite avec le muriate ſuroxigéné de potaſſe, de la poudre fulminante, en obſervant ſeulement que pour produire les mêmes effets avec ces corps, il faut opérer à une *température* un peu plus élevée.

Mais il reſte encore à expliquer pourquoi & comment la *lumière* qui peut être combinée avec les molécules ſans être unie à la baſe du *calorique*, ſe dégage dans cette circonſtance.

Si au contraire on regarde le *calorique* comme un être ſimple, on peut expliquer les phénomènes ci-deſſus énoncés de la manière ſuivante. On peut admettre que l'oxigène ſe combine aux corps dans différens états ; quelquefois il s'y unit après avoir perdu tout le *calorique* & toute la *lumière* qui le conſtituoient air vital ; plus ſouvent il conſerve une partie de ce *calorique* & de cette *lumière* ; & d'autres fois enfin il conſerve en ſe combinant preſque tout le *calorique* & toute la *lumière* qui ſont néceſſaires à la conſtitution de l'air vital. Le nitrate & le muriate ſuroxigéné de potaſſe, ſont à peu près dans ce dernier cas ; il eſt bien certain que le *calorique* & la *lumière* qu'ils contiennent doivent être à un état de compreſſion très-

considérable. Si on leur ajoute un nouveau corps qui à une *température* quelconque ait plus d'affinité avec leurs molécules qu'elles n'en ont entr'elles, il y aura décomposition, & les effets seront semblables dans cette circonstance à ceux que l'on observeroit si le corps combustible mis en contact se consumoit à l'air libre. Quant aux autres corps qui contiennent de l'oxigène uni à une moins grande quantité de *calorique* & de *lumière*, les effets pendant leur décomposition par un corps combustible mis en contact, sont d'autant moins sensibles, que cette quantité est plus petite.

Nous venons de dire ci-dessus que les effets produits par la détonnation des corps qui contiennent de l'air vital très-comprimé, étoient semblables à ceux qu'on observeroit si le corps combustible mis en contact se consumoit à l'air libre; il y a cependant une différence, c'est que la combustion s'opérant bien plus rapidement, la *chaleur* est d'autant plus vive, parce qu'elle a moins de tems pour se répandre, & que la *lumière* dégagée étant alors rassemblée, doit paroître plus considérable.

27°. La compression du *calorique* combiné dépend de la nature des corps; il paroît cependant que celui qui entre dans la composition des fluides est moins comprimé que celui qui

qui entre dans la compoſition des liquides & des ſolides. Dans l'état actuel de nos connoiſſances, il eſt impoſſible de déterminer avec exactitude ces différentes compreſſions.

28°. Dans les combuſtions lentes, telles que l'oxidation du mercure à l'air libre, il ne ſe dégage point de *lumière*, ou du moins il s'en dégage en ſi petite quantité, qu'elle nous paroît inſenſible. Dans la ſuppoſition que le *calorique* eſt un compoſé binaire, cet effet provient de ce que le *calorique* ſe dégageant très-lentement n'eſt point ſubitement comprimé, & conſéquemment point décompoſé ; il ne produit alors que de la *chaleur* qui cependant eſt peu ſenſible, parce qu'elle ſe dégage en très-petite quantité. Dans la ſuppoſition au contraire que le *calorique* eſt un être ſimple, cet effet provient de ce que la *lumière* & le *calorique* que perd l'air vital en ſe décompoſant ſe dégagent ſi lentement, que nous n'obtenons point d'obſcurité aſſez forte pour la rendre ſenſible.

Dans la première ſuppoſition, les lampes à la Quinquet donnent plus de *clarté*, parce qu'il y a plus de *calorique* dégagé dans un tems donné, conſéquemment une compreſſion & une décompoſition plus conſidérables de ce principe. Dans la ſeconde, au contraire, cet effet

provient de ce qu'il y a plus d'air vital décomposé dans un tems donné, conséquemment plus de *lumière* & de *calorique* dégagés, parce que tout le *calorique* & toute la *lumière* qui entroient dans la composition de l'air vital ne se combinent point avec le gaz acide carbonique & la vapeur aqueuse qui se forment dans cette circonstance.

29°. Dans deux combustions où il se forme des gaz & où la quantité d'air vital décomposé dans un tems donné est égale, la quantité de *lumière* dégagée doit être, dans la supposition que le *calorique* est composé, en raison inverse de la dilatabilité des gaz formés ; & dans la supposition que le *calorique* est un être simple, en raison inverse de l'affinité qu'ont les molécules des nouveaux gaz pour la *lumière*.

Pour vérifier cet énoncé, il faudroit connoître la dilatabilité des gaz & la quantité de *lumière* dégagée pendant la combustion des corps. Plusieurs physiciens distingués, & entr'autres M. Lefebvre, professeur au Collège royal, ont fait des travaux considérables pour déterminer la dilatabilité des gaz. Les recherches de ce dernier physicien seront sous peu de tems présentées au public ; quant à la quantité de *lumière* dégagée, j'ai jusqu'ici tenté vainement de la mesurer ; je n'ai point encore pu imaginer d'ap-

pareil propre à ce genre d'expériences : je ne perdrai cependant pas cet objet de vue, & je commencerai ce travail le plutôt que je pourrai (*a*).

30°. Nous avons vu ci-dessus que les corps solides ne se liquéfient pas tous à la même *température*; il en est qui ne peuvent jamais subir ce changement, parce que l'affinité qu'ont leurs molécules pour l'oxigène est plus forte que celle qu'elles peuvent avoir pour le *calorique*. Les bois, les charbons & presque toutes les substances concrètes combustibles sont dans ce cas : il en est de même de beaucoup d'autres substances combustibles liquides qu'on ne peut obtenir dans l'état de vapeur.

31°. Il est encore une autre classe de corps qui, quoiqu'incombustibles, ne changent cependant pas d'état ; nous les nommons *apires*. Si l'on admet la composition du *calorique*, on peut dire qu'ils jouissent de cette propriété, parce que l'attraction de leurs molécules est supérieure au pouvoir qu'a le *calorique* de les

(*a*) M. Lavoisier m'a averti il y a quelques jours, qu'il avoit un moyen de mesurer la *lumière* dans quelques circonstances. Pour peu que ce physicien veuille s'occuper de cet objet, je ne doute pas qu'il n'enrichisse la science de nouvelles découvertes.

écarter ; à meſure que l'on en augmente la quantité, il ſe trouve de plus en plus comprimé : il arrive enfin un moment où la compreſſion eſt telle que les molécules de ſa baſe ont plus d'affinité entr'elles qu'avec la *lumière ;* elles ſe réuniſſent donc, & la *lumière* ſe dégage en produiſant ſur nos ſens l'effet que l'on nomme *clarté :* mais comme tout le *calorique* n'eſt point décompoſé, il s'en dégage une partie qui produit de la *chaleur.*

Il ne faut pas cependant confondre les corps *apires* avec ceux qui rougiſſent avant de ſe fondre. Les molécules des premiers ont aux *températures* les plus élevées que nous pouvons obtenir, plus d'affinité entr'elles qu'avec le *calorique ;* tandis que celles des ſeconds s'uniſſent à un certain degré d'écartement avec ce principe, & changent alors d'état. Ils rougiſſent avant de ſe fondre, parce que leurs molécules ayant beaucoup d'affinité entr'elles, il faut employer une grande quantité de *calorique* pour la vaincre ; une partie de ce *calorique* trop comprimé ſe décompoſe, tandis que l'autre portion écarte de plus en plus les molécules.

En ne regardant pas le *calorique* comme un compoſé binaire, on peut expliquer la *chaleur rouge* en diſant qu'à cet état les molécules des corps ayant toute la quantité de *lumière* qu'elles

peuvent contenir, la rejettent ſitôt qu'on la leur communique; tandis que le *calorique* appliqué écarte les molécules des corps *apires* juſqu'à ce que l'affinité qu'elles ont les unes pour les autres ſurpaſſe le pouvoir qu'a le *calorique* de les écarter. Quant aux corps qui ne ſont pas *apires*, mais rougiſſent avant de ſe fondre, le *calorique* appliqué écarte leurs molécules juſqu'à ce qu'elles aient plus d'affinité avec le *calorique* qu'elles n'en ont entr'elles.

Je dois encore obſerver que M. Monge explique les phénomènes que je viens d'énoncer d'une manière un peu différente. Après lui avoir lu cet ouvrage, il m'a communiqué ſes opinions; mais comme elles ne ſont point encore publiques, je n'en rendrai pas compte. Notre manière de voir ſe rapproche ſur certains points, mais ſur d'autres, il exiſte quelques petites différences.

CHAPITRE HUITIÈME.

Concluſion.

Il eſt aiſé de voir, d'après ce que nous avons dit ci-deſſus, que la théorie du docteur Crawford, eſt fondée ſur ce qu'il croit, 1°. que les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux augmentations de *calorique*, depuis le terme

de la congellation jusqu'à celui de sa vaporisation; 2°. que la *capacité* des corps est permanente à toutes les *températures*, tant qu'ils ne changent pas d'état; 3°. que le *calorique spécifique* est en raison inverse des changemens produits dans la *température* des corps, lorsqu'étant égaux en poids on les mêle à différens degrés. Reprenons ces énoncés.

1°. *Les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations de calorique depuis le terme de sa congellation jusqu'à celui de sa vaporisation.* En admettant cet énoncé qui n'est qu'une supposition déduite des expériences du docteur Crawford qui prouvent seulement que les dilatations du mercure sont proportionnelles aux augmentations du *calorique* depuis le terme de la congellation de l'eau jusqu'à celui de sa vaporisation, le thermomètre ne peut nous servir, quant aux *températures*, qu'à déterminer si celle d'un corps est plus haute que celle d'un autre corps, depuis le terme de la congellation du mercure jusqu'à celui de sa vaporisation. Je me suis assez étendu sur cet objet dans le second chapitre pour ne pas y revenir.

2°. *La capacité d'un corps est permanente à toutes les températures, tant qu'il ne change pas d'état, & le calorique spécifique est en raison*

inverse des changements produits dans la température des corps, lorsqu'étant égaux en poids, on les mêle à différens degrés. Comme le docteur Crawford pense que les *capacités* sont proportionnelles au *calorique spécifique*, ces deux énoncés se réduisent véritablement à un, car sitôt qu'on a déterminé les *capacités*, on doit connoître les rapports entre le *calorique spécifique*. Mais il est nécessaire, pour que les *capacités* soient proportionnelles aux *quantités spécifiques de calorique*, qu'elles soient permanentes à toutes les *températures*, tant que les corps ne changent pas d'état, & que l'absorption de *calorique* pendant ces changemens, provienne seulement d'un changement de *capacité*. Nous avons fait voir ci-dessus que cette dernière proposition n'étoit appuyée sur aucune base solide, & qu'en ne déduisant rien au-delà des faits, on devoit penser que le *calorique* absorbé pendant les changemens d'état, se combinoit avec les molécules des corps. Quant à la permanence de *capacité*, il s'en faut de beaucoup qu'elle soit démontrée. Comme le docteur Crawford emploie les mélanges pour déterminer les *capacités* & leur permanence, & qu'il se sert d'eau pour terme de comparaison, il ne peut opérer que sur une échelle de 80 degrés à peu-près, & conséquemment il ne peut,

d'après ſa méthode, en ſuppoſant encore que les dilatations du mercure ſoient proportionnelles aux augmentations de *calorique*, & que la *capacité* de l'eau ſoit permanente tant qu'elle ne change pas d'état, que déterminer, 1°. ſi la *capacité* des ſolides qui ne ſe liquéfient qu'au degré de *chaleur* à peu près où l'eau s'évaporiſe, eſt permanente, depuis le terme de la congellation de l'eau, juſqu'à celui de ſa vaporiſation; travail qui, en le ſuppoſant fini ſans avoir apperçu aucune variation, ne prouveroit point encore que la *capacité* des corps ſolides eſt permanente depuis le zéro réel juſqu'aux degrés où il faut reſpectivement les élever pour les liquéfier; 2°. ſi la *capacité* des liquides eſt permanente, tant qu'ils ne changent pas d'état; 3°. enfin ſi celle des fluides qui, ne ſe liquéfiant qu'au degré où l'eau ſe ſolidifie, eſt permanente, depuis ce terme juſqu'à celui de l'eau bouillante, réſultat qui, en le ſuppoſant exact, ne pourroit pas conduire à la concluſion générale que la *capacité* des fluides eſt permanente, depuis le degré où ils peuvent individuellement ſe former juſqu'au plus haut degré de *chaleur*.

Je ne parle point ici des ſolides & des fluides qui ſe liquéfient à des *températures* intermédiaires aux termes de la congellation de l'eau

& de ſa vaporiſation; parce que l'échelle ſur laquelle on peut opérer dans ces circonſtances, eſt d'autant plus courte, que les changemens ont lieu plus près, pour les ſolides, de la congelation de l'eau, & pour les fluides, de ſa vaporiſation.

L'abſorption de *calorique*, pendant les changemens d'état, ne provenant donc pas ſeulement d'un changement de *capacité*, le *calorique ſpécifique* ne peut point être proportionnel aux *capacités*; & comme il n'eſt point prouvé que les *capacités* ſont permanentes à toutes les températures, le *calorique interpoſé* ne peut pas non plus être proportionnel aux *capacités*; les *capacités* ne peuvent donc ſervir, dans l'état actuel de nos connoiſſances, à déterminer ni le *calorique ſpécifique*, ni le *calorique interpoſé*, & la méthode du docteur Crawford, en ſuppoſant qu'il n'exiſte point de différence dans les *capacités* des corps depuis le terme de la congellation de l'eau jusqu'à celui de ſon ébullition, ne peut guère ſervir qu'à déterminer leur rapport dans cette courte échelle.

Si cependant il exiſtoit des différences dans les *capacités* des ſolides, liquides ou fluides, ſoit qu'elles augmentaſſent ou diminuaſſent, on ne pourroit pas, en ſe ſervant de cette méthode, déterminer le rapport de ces variations,

Néanmoins comme il eſt probable que dans une ſi courte échelle les *capacités* ne varient pas très-ſenſiblement, on peut, à la rigueur, ſe ſervir des mélanges pour déterminer le rapport qui exiſte entr'elles, depuis le terme de la congellation de l'eau, juſqu'à celui de ſon ébullition; mais on ne peut pas de même déterminer, d'après les *capacités*, le *calorique interpoſé*, & à plus forte raiſon, le *calorique ſpécifique*. Nous ne connoiſſons encore aucun moyen d'opérer cette détermination.

Il eſt encore néceſſaire d'obſerver qu'en ſuppoſant même la permanence des *capacités*, elles feroient proportionnelles au *calorique interpoſé* à *température* égale; mais elles ne pourroient pas déterminer le *calorique ſpécifique*.

Ces réflexions prouvent que la méthode du docteur Crawford, abſtraction faite des ſources d'erreurs très-nombreuſes, dont elle eſt ſuſceptible, eſt d'une utilité bornée, & qu'elle ne peut, dans aucune circonſtance, ſervir pour les corps qui ont de l'action les uns ſur les autres.

La méthode qu'ont employée MM. Lavoiſier & de Laplace, pour parvenir à peu près au même but eſt d'un uſage plus général, & donne des réſultats bien moins incertains. Rapportons ſes utilités, afin de mettre le lecteur

à même de les comparer avec celles de la méthode du docteur Crawford.

Je ne décrirai point ici l'appareil imaginé par MM. Lavoisier & de Laplace, & nommé *calorimètre* par le premier de ces physiciens. Les personnes qui désireront le connoître & savoir comment on doit s'en servir, doivent consulter le mémoire sur la *chaleur*, publié dans le volume de l'académie pour 1780, & l'abrégé de Chimie de M. Lavoisier.

Je dois cependant observer que M. Wilke avoit eu, avant les physiciens françois, l'idée d'employer la fonte de la neige, pour mesurer le *calorique* dégagé des corps pendant leur refroidissement d'un certain nombre de degrés; mais la difficulté de recueillir l'eau formée; le tems considérable que les corps emploient ainsi à perdre une partie de leur *calorique*; la *chaleur* que la neige reçoit, dans cet intervalle, de l'atmosphère & des autres corps environnans; toutes ces raisons l'ont forcé d'abandonner ce moyen, & de recourir à la méthode des mélanges. MM. Lavoisier & de Laplace ne connoissoient point les travaux de M. Wilke à l'instant où ils ont publié leur mémoire. Le *calorimètre* est donc une nouvelle découverte qu'on peut & qu'on doit leur attribuer. Ils ont pourvu, en faisant construire cet instrument, aux incon-

véniens qui avoient rebuté M. Wilke, & l'ont rendu conséquemment extrêmement précieux.

Dans l'état actuel de nos connoiſſances, en ſuppoſant que les dilatations du mercure ſont proportionnelles aux augmentations du *calorique*, depuis le terme de la congellation de l'eau juſqu'à celui de la vaporiſation du mercure, le *calorimètre* peut nous ſervir à déterminer, 1°. les rapports qui exiſtent depuis le terme de la congellation de l'eau juſqu'à celui de la vaporiſation du mercure entre les *capacités* des ſolides qui ne ſe liquéfient qu'au degré où le mercure ſe vaporiſe, de preſque tous les liquides, & des fluides qui ne ſe liquéfient qu'au degré de la glace fondante. MM. Lavoiſier & de Laplace ſuppoſent que, dans ce court eſpace, ce rapport eſt conſtant, parce que l'expérience ne leur a point fait voir de différence; auſſi ne déterminent-ils les *capacités* que pour cet intervalle. Quant aux ſolides & aux fluides qui ſe liquéfient aux degrés intermédiaires à la congellation de l'eau & à la vaporiſation du mercure, on peut en faire une claſſe à part, parce que ces expériences ſont d'autant moins exactes qu'on opère ſur une échelle plus courte. 2°. Si les *capacités* des ſolides, des liquides & des fluides, jouiſſant des propriétés ci-deſſus énoncées, ſont permanentes depuis le zéro du

thermomètre jusqu'au degré où le mercure se vaporise, & dans le cas où cette loi n'existeroit pas, les rapports existans entre leur *capacité* à chaque degré intermédiaire à cet espace. D'après les expériences de MM. Lavoisier & de Laplace, il paroît que si les *capacités* ne sont pas permanentes depuis le terme de la glace fondante jusqu'à celui de l'ébullition de l'eau, les différences qui peuvent exister entr'elles sont à peine sensibles au *calorimètre.* Ils se proposent d'examiner si les *capacités* sont permanentes dans une plus longue échelle, en observant si les quantités de glace fondue par les corps, en se refroidissant de trois ou quatre cens degrés, sont proportionnelles à celles que l'on obtient lorsqu'ils se refroidissent de 60 ou 80 degrés. Je ne connois point de thermomètre qui puisse servir à déterminer une si haute *température ;* mais j'observerai seulement qu'il est nécessaire que, si ses divisions sont égales entre elles, les dilatations du corps avec lequel il sera fait, soient proportionnelles aux augmentations de *calorique*, ou, ce qui revient au même, qu'il soit divisé proportionnellement aux quantités de *calorique* contenues dans le corps qui le compose. 3°. Les quantités de *calorique* qui se dégagent des liquides qui se solidifient, & des fluides qui se liquéfient aux *tem-*

pératures intermédiaires au zéro du thermomètre, & au terme où le mercure se vaporise. Si l'on possédoit un thermomètre qui marquât un degré de *chaleur* supérieur, & qui possédât en même tems les qualités ci-dessus décrites, on pourroit étendre cet énoncé. 4°. Les quantités de *calorique* qui se dégagent pendant la combinaison de diverses substances. 5°. Celles qui sont absorbées pendant la combinaison d'autres substances. 6°. Enfin les quantités de *calorique* qui se dégagent pendant la respiration & la combustion.

En comparant ces deux méthodes, on remarque aisément que celle de MM. Lavoisier & de Laplace peut résoudre différens problêmes, dont la solution est impossible, en se servant de la méthode du docteur Crawford; celle des physiciens françois n'est fondée sur aucune supposition; la quantité de glace fondue est toujours proportionnelle à la quantité de *calorique dégagé*; les conséquences dérivent immédiatement des expériences; les corrections sont inutiles; & conséquemment s'il existe des variations, elles doivent être sensibles, parce qu'elles ne sont pas susceptibles d'être éclipsées par les calculs qui seroient nécessaires pour corriger les causes d'inexactitudes s'il en existoit.

Ainsi, si les *capacités* ne sont pas perma-

nentes, la méthode du docteur Crawford ne peut guère, à la rigueur, donner aucun résultat exact; tandis que celle de MM. Lavoisier & de Laplace peut résoudre plusieurs problêmes très-intéressans. Cette dernière est donc préférable à la première.

Cependant il faut convenir qu'elle ne peut pas servir à completter une théorie sur la *chaleur*, parce qu'on ne peut pas par son moyen déterminer, 1°. les *capacités* de tous les corps qui ont une *température* plus basse que le zéro du thermomètre, ou plus haute que le degré où le mercure se vaporise; 2°. le *calorique combiné* aux molécules des corps solides, & conséquemment le *calorique combiné* des liquides & des fluides; 3°. le *calorique interposé*; 4°. le *calorique spécifique*; 5°. la permanence des *capacités* à toutes les *températures*. Il n'en est pas moins vrai que dans son genre le *calorimètre* est aussi parfait qu'il peut l'être, & qu'il est d'une très-grande utilité, & même sous certains rapports, d'une utilité presque générale.

Examinons maintenant les conditions qui sont nécessaires pour completter une théorie sur la *chaleur*.

Il faudroit, 1°. déterminer les *capacités* de tous les corps de la nature, dans les trois mo-

difications dont ils ſont ſuſceptibles ; & ſi les *capacités* ne ſont pas permanentes, ou ſi les variations qu'elles peuvent éprouver ne ſuivent point de progreſſion conſtante, il faudroit les déterminer à tous les degrés, depuis le zéro réel juſqu'au plus haut degré de *chaleur*. Pour remplir cette première condition, il faudroit qu'on pût opérer à toutes les *températures*, depuis le zéro réel juſqu'au plus haut degré de *chaleur*, & qu'on poſſédât une méthode & des inſtruments propres à remplir cet objet ; 2°. conſtruire un thermomètre avec un ſolide qui ne ſe liquéfiât qu'au plus haut degré de *chaleur*, & dont les dilatations, ſi les diviſions ſont égales entr'elles, ſoient conſidérables, proportionnelles aux augmentations de *calorique*, & commencent au zéro réel, ou, ce qui revient au même, dont les diviſions ſoient proportionnelles aux quantités de *calorique* contenues dans le corps qui ſerviroit à le conſtruire, & commencent au zéro réel ; 3°. déterminer les quantités de *calorique* abſorbées ou dégagées pendant les changemens d'état ; 4°. déterminer les quantités de *calorique* néceſſaire à la formation de tous les ſolides individuellement ; 5°. remarquer les degrés où s'opèrent les divers changemens d'état ; 6°. déterminer le *calorique interpoſé* de tous les corps dans les trois

états

états de modification & à toutes les *tempéra-tures*; 7°. connoître pareillement le *calorique combiné* dans les trois états de modification; 8°. ces deux quantités réunies formeroient le *calorique ſpécifique* qu'on pourroit conſéquemment déterminer à toutes les *températures*.

En rempliſſant toutes ces conditions, les calculs ſeroient exacts, les réſultats ſatisfaiſans; & on pourroit avoir une théorie complette de la *chaleur*. Mais qu'on enviſage les difficultés que l'on doit éprouver; les demandes forcées qu'on eſt obligé de faire; l'immenſité de la carrière qu'il faudroit parcourir pour donner des loix conſtantes & certaines ſur les effets du *calorique*; l'utilité dont peuvent être les recherches; les belles conſéquences qu'on en peut tirer; le degré d'élévation où elles porteroient preſque toutes les ſciences; les utilités bornées que l'on peut tirer, dans quelques circonſtances, de ces inſtrumens & des méthodes que nous poſſédons, & l'on verra avec regret combien le terme où nos connoiſſances ſeront exactes ſur cet objet, eſt encore éloigné.

Je n'ai traité dans cette première partie que des faits généraux concernant le *calorique*; je me réſerve de parler dans les ſuivantes, des expériences qui ont été faites, des théories pro-

posées sur la respiration, & des conséquences qu'on peut tirer de cet ensemble.

EXAMEN CHIMIQUE

De la Substance feuilletée & cristalline contenue dans les calculs biliaires; & de la Nature des Concrétions cystiques cristallisées;

Par M. DE FOURCROY.

IL y a plus de vingt ans que feu M. Poulletier de la Salle, en se proposant de reconnoître la nature des calculs biliaires, & de déterminer leur dissolubilité dans l'alcohol, d'après ce que Sénac lui avoit indiqué, découvrit que ces concrétions laissoient déposer, à mesure que l'alcohol en dissolvoit la plus grande partie, une substance feuilletée, lamelleuse, brillante, assez semblable à l'acide boracique. Il s'empressa de séparer ces lames cristallines de la dissolution, & de les recueillir sur un filtre. Mais il reconnut bientôt qu'elles étoient si légères, que, quoiqu'elles parussent occuper un grand volume dans

la diſſolution, elles ſe réduiſoient preſque à rien par la deſſication. Il n'en put ramaſſer, dans les premiers eſſais, qu'une quantité ſuffiſante pour les expoſer ſur un charbon, & il les vit preſque entièrement diſparoître en ſe réſolvant en fumée ou en vapeurs. Dès lors il forma le projet d'en recueillir une aſſez grande quantité pour pouvoir en faire un examen ſuivi. Il demanda des pierres biliaires à beaucoup d'hommes de l'art, & ſur-tout à ceux qui, exerçant leur profeſſion dans les hôpitaux, ſemblent être à portée de s'en procurer plus fréquemment que les autres. Mais malgré tous les ſoins qu'il prit, malgré toutes ſes demandes, il ne put jamais s'en procurer que quelques grains. A meſure qu'il en ſéparoit des portions de calculs biliaires qu'on lui fourniſſoit, il les renfermoit dans un bocal. Plus de quinze ans ſe ſont paſſés dans ces expériences préliminaires, ſans qu'il ait pu réunir une quantité de cette matière feuilletée ſuffiſante, pour en faire l'examen qu'il avoit projetté. Sa découverte fut ſimplement annoncée dans le dictionnaire de chimie; mais Macquer n'indiqua pas plus que Poulletier, la nature de cette ſingulière ſubſtance. Ayant eu de fréquentes occaſions de faire des expériences chimiques ſur divers points de

la matière médicale & de physiologie, avec le célèbre auteur de la pharmacopée de Londres, & nos conversations ayant souvent eu pour objet la nature des calculs biliaires ; j'exposerai d'abord ici les faits que j'ai appris de lui, & je dirai ensuite ce que j'ai découvert moi-même sur la matière dont il est question.

1°. La matière cristalline paroît être beaucoup plus dissoluble dans l'alcohol chaud que dans l'alcohol froid ; cette liqueur chaude passe bien claire par le papier ; mais la matière s'en sépare si promptement, que l'auteur de cette découverte croyoit qu'elle passoit à travers le papier en même tems que l'alcohol.

2°. Cette matière paroît varier en quantité dans les diverses pierres biliaires humaines, quoiqu'elle existe constamment dans toutes ces concrétions.

3°. La proportion dans ces pierres est très-peu considérable, & à peine en obtient-on quelques grains d'un gros de calculs biliaires.

4°. Les pierres de la vésicule du fiel des quadrupèdes, & spécialement celles du bœuf, que les bouchers ont grand soin de ramasser pour l'usage de la peinture, sont dissolubles dans l'alcohol, mais ne contiennent pas de matière cristalline. Voilà les quatre faits que j'ai pu recueillir de Poulletier lui-même.

Je conſervois, depuis pluſieurs années, deux véſicules du fiel abſolument remplies de pierres biliaires, lorſqu'en 1785, la découverte que je fis ſur la nature huileuſe du foie deſſéché, découverte dont il a été rendu compte dans le mémoire précédent, me conduit à rechercher quelles pouvoient être les concrétions biliaires. J'en traitai deux onces en une fois par l'alcohol; & voici ce que j'obſervai. Ces pierres étoient polies, à quatre faces les unes ſur les autres, griſes au dehors & d'un verd brun en dedans; deux livres d'alcohol ſuffirent à peine pour diſſoudre, à l'aide d'une chaleur douce, les deux onces de calculs biliaires réduits en poudre. Il y eut même quelques portions plus brunes & plus dures qui refusèrent de ſe diſſoudre. On filtra la diſſolution chaude; elle paſſa très-claire avec une couleur jaune un peu verdâtre; en refroidiſſant, elle dépoſa promptement une grande quantité de criſtaux blancs, brillans, en lames ou paillettes, ſemblables à celles de l'acide boracique concret. Il étoit bien démontré, par cette expérience, que cette matière avoit été diſſoute par l'alcohol chaud, & s'étoit précipitée par le refroidiſſement de la liqueur. On recueillit ſur un filtre près d'un gros de ces criſtaux. Voici les phénomènes qu'ils préſentèrent.

1°. Exposés au feu dans une cuiller d'argent, ils se fondoient promptement & se réduisoient en un liquide jaune onctueux, filant, très-peu volumineux en comparaison des lames légères qu'ils présentoient d'abord. Ce liquide, semblable à une huile, exhaloit aussi une odeur grasse, analogue à celle de la cire fondue; en continuant de le chauffer, il répandit une vapeur blanche très-piquante absolument comme une huile rôtie. Par le refroidissement, il se prit en une masse concrète un peu brune, sèche & assez cassante, présentant dans la cassure des faces & des lames brillantes, qui annonçoient une cristallisation, ou au moins une tendance à cristalliser, très-remarquable. Ces phénomènes se succèdent rapidement, & ont lieu à une chaleur assez foible. Si l'on chauffe tout à coup & fortement la matiè recristalline, elle se réduit tout à fait en vapeur, & ne laisse qu'une tache jaune brunâtre dans la cuiller.

2°. Cette matière n'éprouve aucune altération de la part de l'eau; elle ne s'y dissout point; traitée avec l'eau bouillante, elle s'y fond & s'élève comme une huile à la surface de ce liquide; elle y devient concrète par le refroidissement.

3°. Les alkalis fixes caustiques, liquides, dissolvent à froid cette substance. En triturant lé-

gèrement ces criſtaux dans un mortier avec une leſſive cauſtique de potaſſe & de ſoude concentrées, on les voit diſparoître & ſe fondre dans les ſels. Cette diſſolution eſt très-diſſoluble dans l'eau; elle mouſſe par l'agitation; les acides, les ſels neutres, terreux & métalliques la décompoſent; en un mot, elle préſente toutes les propriétés du ſavon. Ces expériences préliminaires ne laiſſoient point de doutes ſur la nature huileuſe de ces concrétions, & les ſuivantes me ſerviront à déterminer plus exactement les caractères de cette eſpèce d'huile concrète & criſtalline.

4°. L'acide nitrique ſans la brûler ou l'enflammer, comme il fait beaucoup d'huiles, l'a diſſoute tranquillement, ſans chaleur, ſans efferveſcence; la diſſolution reſſembloit un peu à celle du camphre, qu'on nomme communément dans les pharmacies *huile de camphre*. L'eau la décompoſoit & en ſéparoit des flocons & des lames criſtallines ſans altération.

5°. L'alcohol chaud en diſſout une quantité aſſez grande; la plus grande partie ſe ſépare ſous forme criſtalline par le refroidiſſement.

Ces derniers réſultats me montrèrent l'analogie la plus frappante entre le blanc de baleine & cette ſubſtance criſtalline, extraite des calculs biliaires; entre cette dernière & la ma-

tière du foie desséché à l'air, il n'étoit plus douteux que la source de cette huile concrète ne fût pas dans le foie même. Un troisième fait aussi important que les deux premiers, a mis cette vérité hors de doute.

On n'a décrit avec soin que depuis quelques années (*a*), une espèce particulière de concrétions biliaires, différentes de celles qui se trouvent le plus communément dans la vésicule du fiel, c'est-à-dire, des calculs cistiques arrondis ou polygones, formés de couches concentriques, grises en dehors, brunes en dedans. Celles dont je veux parler ne sont jamais aussi nombreuses que les premières dans la vésicule; on ne l'en a jamais trouvé remplie, comme cela a été observé, sur-tout pour les pierres biliaires ordinaires; presque toujours même on n'en a trouvé qu'une seule, d'un volume à la vérité plus considérable que celui des calculs biliaires les plus communs. Ces con-

---

(*a*) Voyez Walther, *de Concrementis terrestribus in variis partibus corporis humani repertis*, in-fol. page 47. Histoire de la Société royale de Médecine, année 1779, page 218. M. Vicq-d'Azyr est celui qui a le mieux distingué ces espèces de concrétions biliaires cristallines des calculs biliaires ordinaires; il en a fait graver plusieurs variétés.

crétions ſolitaires ont quelquefois la groſſeur d'un œuf de pigeon ; ordinairement elles préſentent le volume d'un œuf de petit oiſeau ; elles ſont d'une forme à peu-près ovoide, quelquefois cylindriques, toujours à peu-près arrondies; mais très-rarement inégales en dehors. Leur couleur eſt blanche ; quand on les caſſe, au lieu de couches concentriques brunes, ou de bile ſimplement épaiſſie & dépoſée par couches, comme dans les plus communes de ces pierres, on trouve une ſtructure lamelleuſe criſtalline, ou ſtriée, brillante, blanche, douce & onctueuſe au toucher ; quelquefois cette concrétion, au lieu d'offrir des grandes lames qui meſurent tout ſon diamètre, ne préſente que des ſtries; elle varie auſſi pour la couleur ; outre le blanc brillant, argentin, ou plutôt micacé; il en eſt de jaunes, de verdâtres. Souvent cette concrétion eſt entremêlée de bile brune en maſſe ; toujours on y obſerve un noyau de bile épaiſſie. Après Haller qui annonce, dans une diſſertation publiée en 1749, beaucoup de faits ſur les calculs biliaires, Walther eſt celui qui a le mieux indiqué la ſtructure de l'eſpèce qui nous occupe ici. M. Vicq-d'Azyr a traité cet objet avec bien plus de ſoin & d'exactitude encore que Walther. Mais il remarque, avec raiſon, que les chimiſtes ne

connoiſſent point la nature de ces concrétions. Il obſerve cependant, après en avoir décrit toutes les variétés, & après avoir préſenté pour ainſi dire toutes les nuances de ces criſtalliſations animales, depuis la pierre biliaire ordinaire ſemée de quelques ſtries ou de quelques paillettes, juſqu'à celle qui eſt entièrement formée de cette matière criſtalline, que cette matière paroît être la même que celle qui a été trouvée par Poulletier de la Salle dans les pierres biliaires communes. En effet, ſes propriétés chimiques ſont parfaitement analogues, comme les expériences que j'ai faites & que je vais décrire, me l'ont appris.

Ces concrétions biliaires criſtalliſées ſe ramolliſſent & ſe fondent à la chaleur comme la cire, mais à une température plus baſſe, & abſolument comme le blanc de baleine. Elles ſe figent & ſe criſtalliſent par le refroidiſſement; l'eau n'a nulle action ſur elles; l'alcohol chaud les diſſout, & il s'en ſépare une grande partie par le refroidiſſement & ſous la forme de lames brillantes & talqueuſes. En un mot, elles m'ont préſenté toutes les propriétés de la ſubſtance réſidue du foie deſſéché & pourri à l'air, & des criſtaux brillans que l'alcohol ſépare des calculs de bile épaiſſie.

Il paroît donc, 1°. que les eſpèces de concré-

tions criſtalliſées ſe forment dans la véſicule, lorſque la matière analogue au blanc de baleine qui fait partie des humeurs contenues dans le foie eſt trop abondante pour reſter en diſſolution dans la bile; 2°. que les pierres biliaires ordinaires qui ne ſemblent être que de la bile épaiſſie, doivent, en grande partie, leur concrétion & leur formation à la préſence de cette matière huileuſe concreſcible, & à la tendance à ſe concrèter; 3°. que cette matière abondamment contenue dans les pores, & peut-être même dans le parenchime ou la propre ſubſtance du foie, eſt la ſource de pluſieurs maladies de ce viſcère, & notamment des concrétions de la véſicule du fiel.

En raſſemblant tous les faits que j'ai conſignés dans le mémoire précédent & dans celui-ci, on pourroit ſoupçonner que le foie ſert particulièrement à évacuer cette humeur huileuſe hors du corps humain. Je ferai voir dans une autre occaſion que la baſe colorante de la bile, qui eſt unie à la ſoude dans cette liqueur, n'eſt point une véritable réſine, comme l'ont annoncé pluſieurs chimiſtes, & qu'elle a quelques analogies avec la matière des concrétions criſtallines; mais l'hiſtoire complète de cette ſubſtance huileuſe particulière, ſes uſages dans l'économie animale, ne peuvent être bien con-

nues que lorſqu'on aura recueilli un plus grand nombre d'obſervations ſur ſa véritable nature, ſur les circonſtances où elle ſe forme plus abondamment, ſur le ſiége qu'elle occupe. Il me ſuffit pour le moment d'avoir indiqué pluſieurs faits remarquables ſur ſon caractère dans pluſieurs parties de notre art.

MÉMOIRE

Sur l'Exiſtence de la matière Albumineuſe dans les végétaux ;

Par M. DE FOURCROY.

LES travaux des chimiſtes modernes ſur les ſubſtances végétales, offrent au philoſophe qui médite ſur les progrès des ſciences, deux réſultats généraux également importans ; l'un eſt la découverte de pluſieurs principes qu'on ne connoiſſoit point autrefois dans les plantes, l'autre eſt l'analogie de pluſieurs de ces principes avec les matières d'un autre règne, & ſur-tout avec celles du règne animal. Le glutineux trouvé par Beccari dans la farine de froment, eſt la première découverte qui a donné,

pour ainsi dire, naissance à toutes les autres découvertes successives; ce savant a très-bien fait sentir que cette matière, déjà presque animalisée, annonçoit les plus grands rapports avec les substances animales, & rendoit nécessaire une comparaison chimique plus exacte entre les principes de ces deux règnes, que celle qui avoit été faite jusque-là. Rouelle, en parlant de plantes qui donnent de l'ammoniaque dans leur analyse par le feu, les a nommées plantes animales, & a bien déterminé par-là l'intention où il étoit de comparer les substances végétales à celles du règne animal. L'analogie trouvée & reconnue par un grand nombre de Chimistes, entre les huiles végétales & les graisses animales, entre les émulsions & le lait, entre les mucilages fades & les gelées, entre le sucre végétal proprement dit & le sucre de lait, ne pourroit que porter toutes les idées & tous les efforts vers le travail comparé dans l'analyse de ces deux classes d'êtres organisés. Ainsi tandis que l'anatomiste & le physiologiste recherchoient & démontroient de véritables rapports de structure & de fonctions entre les végétaux & les animaux, pendant qu'une nouvelle espèce d'anatomie composée découvroit une analogie dans la forme & les usages des organes des plantes avec ceux des animaux, la chimie

trouvoit de ſon côté des analogies dans la nature des matériaux qui compoſent les corps de ces deux claſſes d'êtres, & confirmoit à ſa manière leur aſſociation dans un ſeul régne connu ſous le nom de règne organique ou organiſé, oppoſé à la maſſe morte brute & inorganique des minéraux.

M. Berthollet vient encore d'ajouter à cette analogie entre les principes compoſans des végétaux & des animaux, en trouvant, il y a quelques années, dans pluſieurs parties des premiers l'azote ou la baſe de l'ammoniaque & de l'acide nitrique, &c. qui eſt fixée en grande quantité dans les matières animales, & à laquelle ces dernières doivent, comme l'a démontré ce ſavant, la propriété de fournir de l'ammoniaque, par l'action du feu, & de paſſer promptement à la putréfaction. Auſſi les ſubſtances végétales qui contiennent de l'azote préſentent-elles abſolument les mêmes caractères; telles ſont le glutineux, la fécule verte, les ſemences cornées. J'ai déjà raſſemblé dans un chapitre particulier de la troiſième partie de mes Elémens de chimie, les points les plus évidens des analogies de nature & de compoſition que préſentent les végétaux & les animaux. C'eſt pour ajouter un trait de plus à ces analogies que j'expoſerai dans ce mé-

moire une ſuite de faits ſur la préſence de la matière albumineuſe dans les végétaux. Je rappellerai d'abord ici les caractères chimiques de l'albumen animal. Une conſiſtance ſouvent épaiſſe & filante, la ſaveur fade, la diſſolubilité dans l'eau froide, la concreſcibilité par la chaleur, la diſſolubilité par les alkalis, & ſur-tout par l'ammoniaque, ſe ſéparer de tous les liquides où il eſt diſſous par la température de l'eau bouillante, paſſer à la putréfaction ſans acidité, telles ſont les propriétés qui caractériſent la ſubſtance albumineuſe. Les premières obſervations qui m'ont fait ſoupçonner & bientôt reconnoître ſa préſence dans les végétaux. ſont relatives aux phénomènes de la défécation de leurs ſucs exprimés. On ſait que pour déféquer les ſucs de cochléaria, de creſſon, de raifort & de toutes les plantes anti-ſcorbutiques, on plonge la bouteille qui les contient dans un bain marie; bientôt la fécule verte qui en troubloit la tranſparence ſe prend en petits flocons durs & preſque arrondis qui viennent nager à la ſurface du liquide, & ſe ſéparent très-aiſément par la filtration. Il eſt aiſé de concevoir que ſans la propriété de ſe coaguler par la chaleur; propriété qui appartient excluſivement à l'albumen, cette défécation ne s'opéreroit pas par la ſeule action du

bain-marie. Mais ce premier apperçu devoit être confirmé par des expériences plus directes. La matière coagulée dans ses sucs par le procédé indiqué ne pouvoit pas être considérée comme de l'albumen pur, puisqu'elle est très-colorée & entraîne avec elle la partie verte des sucs. Je suis parvenu à séparer ces deux substances, & à obtenir l'albumen végétal pur à l'aide du procédé suivant. J'ai pris deux livres de suc de cresson jeune; je l'ai filtré à froid, & immédiatement après l'avoir exprimé à travers un simple papier; j'ai eu par ce moyen la fécule verte la plus grossière, & le suc a passé clair & encore d'un beau vert. Je l'ai exposé à l'air dans un vase très-plat; le thermomètre marquoit ce jour-là 23 degrés; en deux heures le suc s'est troublé & a changé de couleur; on y voyoit flotter une fécule d'un vert foncé, beaucoup plus fine que la première. Filtrée une seconde fois au papier, on a obtenu cette seconde portion de fécule, & le suc n'étoit plus alors que d'un vert pâle. Il a été plongé dans cet état dans un bain-marie d'eau bouillante; après quelques minutes, il s'est troublé par la séparation & la coagulation d'une grande quantité de petits grumeaux blanchâtres. Une seconde partie de ce suc laissée à l'air, a présenté au bout de deux jours des floccons

floccons gris de la même matière ; enfin, l'acide sulfurique a séparé d'une troisième portion de ce suc décoloré, des grumeaux assez solides de la matière : cette substance coagulée, bien séparée & lavée à l'eau distillée froide, a présenté toutes les propriétés de l'albumen animal. Les alkalis l'ont facilement & promptement dissoute ; l'eau bouillante ne l'a point altérée, & lui a au contraire donné plus de solidité ; elle m'a même offert une des propriétés du véritable albumen animal, que je ne m'attendois pas à y trouver ; c'est la couleur verte qu'elle a fait prendre aux teintures végétales, & spécialement à celle de mauve. J'ai distillé deux gros de cette substance coagulée, séparée du jus de cresson ; elle a fourni une quantité assez notable d'ammoniaque ; laissée avec un peu d'eau au contact de l'air chaud, elle s'est gonflée, elle a bientôt exhalé une odeur ammoniacale très-fétide, & a donné tous les signes de la putréfaction la plus forte. On sait d'après ce phénomène, pourquoi les sucs des plantes crucifères se corrompent si promptement, & l'on connoît la source de l'odeur infecte qu'ils répandent en se gâtant. On a fait sécher une portion de cette substance albumineuse retirée du suc de cresson, en l'exposant à l'air sec & chaud, après l'avoir bien égouttée dans du pa-

pier, elle a pris de la ductilité & de la transparence comme une espèce de colle-forte.

Les sucs de chou & de cochléaria m'ont donné par la chaleur un coagulum albumineux parfaitement semblable à celui du cresson.

La racine de patience présente, à l'égard de l'albumen qu'elle contient, un fait très-remarquable. On connoît en pharmacie l'extrait brun rougeâtre que fournit assez abondamment la racine de patience dans l'état parfait. Ayant une fois des racines de cette plante, très-jeune, pour en préparer l'extrait, je les trouvai remplies d'une si grande quantité de suc, que je les fis réduire en pulpe & exprimer; le suc exprimé étoit presque sans couleur, il n'avoit point de saveur amère; en le soumettant à l'évaporation, on n'en obtint pas un atôme d'extrait; mais au lieu de ce principe, il s'en sépara une grande quantité de floccons blancs, concrets, semblables à ceux du fromage qu'on extrait du petit-lait pendant sa clarification; une partie de cette matière concrète se précipita au fond de la liqueur; une autre portion s'éleva en une écume considérable à la surface du suc, qui prit en même tems, par les progrès de l'évaporation, la consistance mucilagineuse: ces floccons, bien lavés, m'offrirent toutes les propriétés de l'albumen.

Une autre circonſtance dans laquelle on obſerve facilement cette matière dans les végétaux, c'eſt l'analyſe de l'eau du lavage de la pâte de farine de froment. On ſait que pour extraire la matière glutineuſe on lave la pâte avec une grande quantité d'eau qu'on fait tomber en filet ; ce liquide entraîne avec lui la ſubſtance amilacée, & laiſſe le gluten dans la main de l'opérateur ou ſur le terrein qui ſert à l'expérience faite plus en grand ; l'eau s'éclaircit à meſure que l'amidon s'en précipite. Lorſque l'eau eſt bien claire & filtrée à travers un papier joſeph, ſi on la fait bouillir, il s'en ſépare des floccons blancs d'une matière concrète qui ſe dépoſent au fond du vaſe, & qui forment auſſi une écume à la ſurface de la liqueur. Ces floccons blancs, recueillis avec ſoin & bien lavés, ont préſenté toutes les propriétés de la matière albumineuſe ; ainſi, voilà deux ſubſtances animales contenues dans le froment, l'une le gluten analogue à la partie fibreuſe des muſcles des animaux, l'autre ſemblable à l'albumen qui exiſte en ſi grande proportion dans les liquides des animaux.

Cette matière que nous avons indiquée déjà dans un aſſez grand nombre de végétaux, mais dont nous avons trouvé des traces dans un beaucoup plus grand nombre d'autres, exiſte

en général dans toutes les plantes vertes & dans toutes leurs parties molles & ſucculentes ; il paroît qu'elle ſe condenſe, s'épaiſſit par le travail de la végétation, & qu'elle contribue à la formation de leurs parties ſolides. En effet, j'en ai obtenu des quantités notables des bois jeunes, des tiges vertes ; mais le bois ſec n'en donne plus ſenſiblement, parce que cette matière y a pris la conſiſtance ſolide. C'eſt ſans doute à ſon exiſtence qu'eſt due l'odeur putride & manifeſtement ammoniacale que prend l'eau dans laquelle on a laiſſé infuſer un bois quelconque ; je ſuis d'autant plus porté à le croire, que je ſuis sûr, d'après mes expériences, que le bois flotté ne donne pas autant d'ammoniaque à la cornue que le bois neuf.

En recherchant la matière albumineuſe dans tous les végétaux que j'ai eu occaſion d'analyſer depuis la première découverte, j'ai reconnu que toutes les ſubſtances végétales, acides, & en particulier les fruits, ne contiennent pas un atome d'albumen, & qu'on y trouve au contraire conſtamment de la gelée. Tels ſont les ſucs d'orange, de citron & de groſeille, qui donnent une grande quantité de matière gélatineuſe, & dans leſquels on ne trouve pas de trace de ſubſtance albumineuſe. D'un autre côté, j'ai vu ſouvent l'albumen du ſang former

avec les acides nitrique, muriatique & acéteux, une espèce de gelée soluble dans l'eau, fusible par la chaleur, & coagulable par le refroidissement. Il seroit donc possible que l'albumen qui existe dans toutes les substances végétales jeunes & dépourvues d'acide, se convertît par la combinaison avec les acides & à mesure que ceux-ci se forment par les progrès de l'âge & de la végétation en substance gélatineuse.

M. Thouvenel a déjà eu les mêmes idées de la gelée des matières animales ; ne pourroit-on pas croire d'après cela que toute gelée est une combinaison d'acide & d'albumen ? n'est-ce pas pour cela que tous les végétaux acides ne donnent point d'albumen, tandis que ceux qui contiennent de l'albumen ne donnent pas d'apparence d'acide ? N'en seroit-il pas de même de la gelée animale ? si cette substance n'est pas acide, elle a au moins beaucoup de tendance à le devenir, & on sait qu'il suffit qu'elle absorbe une petite portion d'oxigène pour prendre le caractère d'acidité. Enfin, est-il hors de vraisemblance que la gelée ne diffère de l'albumen que par une proportion plus grande d'oxigène ?

L'albumen extrait des végétaux & desséché, donne à la distillation du carbonate ammoniacal, de l'huile rouge fétide, du gaz hydrogène

& carbonique ; il laiſſe dans la cornue un charbon léger, difficile à incinérer, & dont je n'ai pas encore pu obtenir aſſez de cendre pour en faire l'examen.

OBSERVATIONS

DE M. HASSENFRATZ,

Relatives à un Mémoire de M. BERLINGHIERI.

M. LÉOPOLD Vacca-Berlinghieri vient de publier dans le Journal de Phyſique du mois d'août 1789, un Mémoire ſur la chaleur, dans lequel *il lui ſemble démontré que la théorie de M. Crawford eſt fauſſe, non-ſeulement par elle-même, mais parce qu'elle eſt appuyée ſur une méthode erronée.* Je ſuis bien éloigné d'adopter la théorie de M. Crawford dans toutes ſes parties ; mais tout en rejetant ce qu'il a d'hypothétique & de haſardé, comme la détermination de la quantité de chaleur comparative que les corps contiennent, perſonne ne rend plus de juſtice à ſes lumières & à la ſagacité avec laquelle il a fait un grand nombre d'expériences ingénieuſes, toutes propres à reculer les bornes

de nos connoiſſances ſur une matière auſſi intéreſſante que celle de la chaleur.

M. Berlinghieri condamne la théorie de M. Crawford, parce que ce ſavant n'a point fait entrer dans ſon calcul de la chaleur que le ſang acquiert par la reſpiration, par l'abſorption du gaz oxigène, & par la combuſtion du ſang qui produit cette abſorption, la vapeur aqueuſe que l'on rend à chaque expiration; & il cherche à prouver, d'après les données & les calculs de M. Crawford, que, ſi cette vapeur eſt priſe dans le ſang à l'état liquide, pourvu que ſon volume ſoit la 47e partie de l'air rendu dans chaque expiration, la quantité de chaleur néceſſaire pour faire paſſer cette eau à l'état de vapeur, étoit tout ce que l'air atmoſphérique auroit pu laiſſer dégager, en formant avec le carbone du ſang, le gaz acide carbonique que l'on rend en même tems. D'où il paroît ſuivre que dans cette ſuppoſition le ſang n'acquerroit pas de chaleur par la reſpiration. Or, comme il n'eſt perſonne qui ne ſoit perſuadé que cette vapeur forme plus du dixième de l'air expiré, la reſpiration devroit produire un effet contraire à celui de M. Crawford.

On voit que tout le reproche que M. Berlinghieri fait à la théorie de M. Crawford,

tient à la fuppofition que la vapeur aqueufe que l'on rend dans chaque expiration, a été puifée à l'état liquide dans les poumons. Quelle preuve M. Berlinghieri apporte-t-il, pour appuyer cette hypothèfe ? aucune ; & c'eft cependant avec une fuppofition hafardée que M. Berlinghieri veut détruire l'enchaînement d'une foule de faits, par lefquels M. Crawford & tous ceux qui l'ont devancé & fuivi, font parvenus à la même conclufion.

Si M. Berlinghieri fe fut donné la peine d'examiner avec impartialité la grande quantité d'expériences de différentes fortes qui mènent à la conclufion de M. Crawford & des autres favans, fur la caufe de la chaleur animale, il auroit vu que cette vapeur aqueufe rendue dans chaque expiration eft compofée, 1°. de l'eau déjà en vapeur & diffoute dans l'air atmofphérique ; & 2°. de l'eau formée dans les poumons par l'union d'une portion de l'hydrogène du fang avec une portion du gaz oxigène de l'air infpiré. Or comme dans la formation de l'eau par l'union de l'hydrogène & du gas oxigène, il y a toujours une grande quantité de chaleur dégagée, cette vapeur contribue à augmenter la chaleur interne au lieu de la diminuer, comme le conclut M. Berlinghieri.

Cette formation de l'eau dans les poumons

paroît démontrée, 1°. par la proportion de gaz acide carbonique expiré qui eſt moindre que celle qui devroit être rendue proportionnellement à la quantité de gaz oxigène diſparue; & 2°. par la quantité de vapeurs rendues, dont la différence avec celle que l'air atmoſphérique contenoit, eſt telle que ſa quantité d'oxigène eſt à peu-près celle qui a été abſorbée de plus que la quantité employée à former l'acide carbonique.

On peut voir à la fin du volume de 1783 des Mémoires de la ſociété royale de médecine, un Mémoire de M. Lavoiſier, dans lequel il détaille des expériences qui le conduiſent à cette concluſion.

Je crois inutile de diſcuter plus longuement le Mémoire de M. Berlinghieri, parce que les autres erreurs qu'il ſuppoſe à la théorie de la chaleur, ne ſont que des faits de ſon hypothèſe ſur la vapeur aqueuſe rendue dans chaque expiration, & parce qu'il paroît vouloir attaquer la doctrine de M. Lavoiſier aux Ouvrages duquel je crois devoir renvoyer les perſonnes qui ne la connoîtroient pas.



EXTRAIT

DU TROISIÈME VOLUME

DES NOUVELLES EXPÉRIENCES

DE M. INGEN-HOUSZ;

Par M. HASSENFRATZ.

LE troiſième volume des nouvelles expériences de M. *Ingen-Houſz* eſt le réſultat de pluſieurs mémoires écrits en différens tems, & dont la plupart eſt déjà imprimée parmi les mémoires de la ſociété royale de Londres, les journaux de Phyſique, &c.

Le premier mémoire de ce volume contient les expériences que M. Ingen-Houſz a faites ſur cette ſubſtance particulière que M. Prieſtley a nommée *matière verte*, qui ſe forme ſpontanément dans des vaſes pleins d'eau, expoſés à l'action de l'air. Si cette ſubſtance qui a beaucoup d'analogie avec la *conferva rivularis* & la *tremella noſtoc*, doit, ainſi que ces deux dernières, être placée dans le règne végétal, & ſi la propriété de produire du gaz oxigène dans

l'acte de la vie & de l'accroissement appartient seulement aux végétaux, il paroîtroit suivre des expériences de M. Ingen-Housz, qu'il existe dans ces trois substances un passage insensible du règne animal au règne végétal, *&* *vice versa*. Ce résultat est trop piquant pour ne pas donner un extrait un peu détaillé des observations qui y conduisent.

De l'eau bouillie, enfermée dans une bouteille renversée sur du mercure, ne produit point de matière verte, quelque tems qu'on tienne cette bouteille exposée à la lumière; de l'eau de source au contraire, en produit presque toujours; & de l'eau bouillie, exposée au contact de l'air, finit avec le tems, par en former, ce qui paroîtroit établir que plusieurs eaux contiennent le germe de la matière verte, que ce germe peut y être déposé par l'air, & qu'il se détruit par l'ébullition.

Cette eau bouillie, enfermée dans une bouteille sur du mercure, produit de la matière verte; si l'on y mêle de la viande, du sang, du poisson, de la bile, de la fiente de vache, de pigeon, du chou, des pommes de terre, de l'indigo, &c. &c., d'abord ces substances se décomposent, l'eau se trouble, il se dégage un mélange des gaz hydrogène, azote & acide carbonique; l'eau verdit ensuite, & au lieu de

ces airs, on ne recueille plus que du gaz oxigène d'une très-grande pureté.

Il ne reste qu'un doute sur la production de la matière verte; c'est que le germe de cette matière n'ait été déposé dans les substances animales & végétales que l'on met dans l'eau bouillie pour la produire, & qu'il n'ait attendu la circonstance de la décomposition de ces substances pour se développer. Il auroit été à desirer, pour ne laisser aucun doute sur cette formation, que l'auteur eût fait bouillir aussi les substances animales ou végétales avec l'eau avant que de les enfermer dans la bouteille sous le mercure. On peut affirmer qu'il ne l'ait pas fait, parce qu'il ne le dit pas positivement.

Si l'on examine avec un bon microscope cette eau lorsqu'elle se verdit, on la voit remplie d'un grand nombre d'animalcules verts qui s'y meuvent librement; ce qu'il y a de particulier dans ces animalcules, c'est que leur forme varie en raison de la substance qui contribue à leur formation : il y a plus, c'est que l'on n'est pas toujours certain d'obtenir les mêmes animalcules avec la même substance.

En suivant la progression de ces animalcules, on les voit au bout d'un certain tems rallentir leur mouvement & s'attacher les uns au bout

des autres en manière de chapelet ; ces chapelets ſe réuniſſent par une matière verte, gluante, & ne repréſentent plus au fond du vaſe qu'une maſſe informe qui s'accroît & ſe bourſouffle quoique l'eau ſoit dépourvue d'animalcules : quelques eſpèces de ces animalcules changent de forme avant que de ſe réunir.

C'eſt cette maſſe verte, formée d'animalcules réunis, mélangés de petites fibres blanchâtres, qui produit du gaz oxigène à la lumière, que M. Prieſtley a nommée *matière verte*, & qui a tant de rapport avec la *conferva rivularis* & la *tremella noſtoc.*

Si après avoir laiſſé ſécher cette matière verte on la broie, on délaie dans l'eau la partie broyée, on y retrouvera des petits corps ronds abſolument ſemblables, pour la forme, à ceux que les animalcules prennent avant de s'attacher. Si l'on expoſe une goutte d'eau contenant de ces corps ronds au foyer d'un bon microſcope, ſi le verre qui contient cette goutte eſt récouvert d'une lame de talc, afin d'empêcher l'évaporation, on obſerve d'abord dans ces corps ronds une immobilité parfaite ; quelque tems après, on les voit ſe mouvoir foiblement & comme par oſcillation, enſuite prendre peu à peu plus de mouvement, & acquérir cette célérité & cette vivacité qu'ils avoient avant

de s'être réunis pour former la matière verte; après quoi, ces animalcules se réunissent comme auparavant, & reforment de nouvelle matière verte qui produit du gaz oxigène à la lumière. Le tems que les corpuscules ronds mettent à acquérir du mouvement & à se réunir de nouveau, varie en raison de la température & de leur exposition.

Le rapport de cette matière verte avec la *conferva rivularis* & la *tremella nostoc* dépend non-seulement de ce que l'on trouve des productions filamenteuses comme dans la *conferva*, & des masses informes recouvrant des filamens comme dans la *tremella*, mais de ce que la *conferva* & la *tremella* produisent de la matière verte absolument de la même manière que celle que l'on a obtenue spontanément, & encore de ce que les produits chimiques de ces trois substances sont absolument semblables.

Si l'on prend de la *conferva rivularis*, qu'on la coupe avec des ciseaux en morceaux infiniment petits, & que l'on délaie cette substance dans l'eau, on y voit, avec un bon microscope, que les filamens étoient blancs, remplis de petits globules ronds, verds, & que leur couleur n'étoit due qu'à ces globules. En observant ces globules ronds comme ceux de la matière verte, on leur trouve une forme

absolument semblable à celle des animalcules verts avant leur réunion ; ils sont d'abord sans mouvement ; puis ils oscillent, se meuvent librement, se réunissent, & forment de la matière verte.

La *tremella nostoc* séchée, pilée comme la matière verte, produit le même phénomène.

Indépendamment de cette conformité de résultats entre ces trois substances, M. Ingen-Housz a quelquefois obtenu dans ces vases de véritable *conferva* au lieu de matière verte ; & il est parvenu à produire des *tremelles* en étendant sur un morceau de liege flottant dans l'eau un paquet de filament de *conferva rivularis*, de façon que les deux extrémités de ces filamens flottassent dans l'eau ; & que leur milieu appuyé sur le liege restât au-dessus de la surface ; dans cette situation, les deux extrémités s'étendent en longueur, tandis que le milieu ne pouvant s'étendre aussi, se boursouffle & s'enveloppe d'une matière gélatineuse.

Il y a cependant entre ces trois substances ces différences :

1°. Que si on les hache toutes les trois, la matière verte seule produira aussi-tôt du gaz oxigène ; tandis que les deux autres dégageront avant des gaz hydrogène, azote & acide carbonique.

2°. Qu'en les séchant, la *tremella nostoc* reprend, en la mettant dans l'eau, sa propriété de dégager de l'oxigène, & que la matière verte & la *conferva rivularis* sont quelque tems avant de le faire.

Concluons avec M. Ingen-Housz, que ces trois substances qu'il a si bien observées sont très-probablement des zoophites ou plantes d'une nature particulière, qui jouissent dans deux tems différens de la propriété des animaux & des végétaux, & rendent du gaz oxigène comme ces derniers. Ces observations neuves, piquantes & intéressantes mériteroient bien d'être suivies, ne seroit-ce que pour porter de nouvelles lumières sur le passage du règne végétal au règne animal.

A la suite de ce mémoire est une lettre de M. J. Van-Breda, sur les essais de l'air atmosphérique, dans lequel il présente le résultat d'une année d'expériences journalières d'essais de l'air atmosphérique avec l'eudiomètre de M. Fontana, c'est-à-dire, par le mélange d'une mesure d'air atmosphérique avec une mesure de gaz nitreux dans un long tube, secouant ces airs aussi-tôt après le mélange, & déterminant ensuite la quantité d'absorption réciproque. Ces essais ont été faits sur deux sortes d'eau, sur de l'eau de

de pluie & ſur de l'eau de ſource ; les réſultats d'abſorption ſont,

An & mois.	*Nombre des époques.*	RÉSULTATS DES ESSAIS	
		dans l'eau de pluie.	*dans l'eau de ſource.*
1781.			
Août.	4	1,017	1,141
Septembre.	23	1,019	1,107
Octobre.	22	1,016	1,054
Novembre.	24	1,015	1,051
Décembre.	18	1,011	1,053
1782.			
Janvier.	22	1,018	1,052
Février.	16	1,007	1,042
Mars.	16	1,018	1,064
Avril.	13	1,017	1,058
Mai.	11	1,021	1,059
Juin.	9	1,023	1,071
Juillet.	9	1,030	1,120
Août.	8	1,014	1,108

On voit d'après ce tableau, que la différence d'oxigénation de l'air atmoſphérique paroît varier de l'été à l'hiver ; on voit encore que la

différence des résultats varie beaucoup en raison de la nature de l'eau que l'on a employée. M. Van-Breda a fait beaucoup d'essais du même air dans différentes eaux, & a trouvé des différences dans chaque essai.

Non-seulement l'essai de l'air atmosphérique par le gaz nitreux donne de grandes différences en raison de la nature de l'eau sur laquelle on opère, mais il en donne encore de très-grandes, en raison des secousses que l'on fait subir au mélange des airs. Ainsi, tandis que les deux airs secoués produisoient, pour le 9 septembre 1781, 1,015, le même air non secoué sous la même eau & dans le même instrument donnoit, 1,440.

Malgré ces différences énormes, comme M. Ingen-Housz & M. Van-Breda ont trouvé qu'en se servant constamment de la même eau, & secouant de la même manière, on avoit toujours les mêmes résultats, ils conseillent de faire usage de ce moyen, de préférence aux autres, dans ces essais d'airs, à cause de sa facilité & de sa promptitude à indiquer un résultat; ils conseillent de se servir d'eau distillée dans tous les essais, afin qu'ils soient comparatifs; & pour ménager cette eau, ils préviennent qu'il suffit d'en emplir l'eudiomètre, de quelque nature que soit celle de la cuve.

Le troisième mémoire de cet ouvrage établit que l'air sortant des poumons des animaux, est moins vicié en hiver qu'en été, & que le rapport de cette *viciation* est à peu près comme 4 : 5.

M. Ingen-Housz rapporte dans le quatrième mémoire les variations que l'air éprouve en le secouant dans de l'eau de source; il a trouvé qu'en général l'air diminuoit de volume par ces secousses, que le gaz oxigène & l'air atmosphérique diminuoient considérablement de bonté, tandis que le gaz hydrogène & l'air atmosphérique, gâtés par le séjour nocturne des plantes, s'y amélioroient, c'est-à-dire, que leur proportion d'oxigène augmentoit.

Le cinquième mémoire rapporte des expériences faites par M. Ingen-Housz, pour connoître la nature & la qualité de l'air contenu dans l'eau; il a retiré cet air, 1°. en exposant l'eau enfermée dans une bouteille à l'action de la lumière; 2°. en faisant chauffer l'eau, & 3°. en laissant sa bouteille à l'ombre. L'air retiré de la même eau par l'un ou l'autre de ces moyens a toujours été le même; mais aussi il a été différent pour chaque espèce d'eau; Celle dans laquelle des plantes ont végété rend assez communément un air plus oxigéné que l'air atmosphérique : presque toutes ces eaux

contiennent un peu de gaz acide carbonique, excepté l'eau de pluie.

L'effet de l'électricité ſur les plantes fait l'objet du ſixième mémoire; il contient un grand nombre d'expériences exécutées dans le deſſein de s'aſſurer ſi réellement l'électricité influe ſur la végétation. M. Ingen-Houſz a trouvé que l'électricité n'influoit en rien ſur la végétation.

Des différens moyens propoſés pour déterminer la proportion de gaz oxigène contenu dans un air quelconque, M. Ingen-Houſz a toujours adopté de préférence celui du mélange du gaz nitreux; & le ſeptième mémoire contient les expériences que ce ſavant a faites pour obtenir des réſultats comparatifs. Quoique ce moyen, entr'autres défauts, ait celui de ne point pouvoir déterminer la préſence de l'oxigène lorſqu'elle eſt en très-petite proportion dans un air, outre ceux qui ont été indiqués ci-deſſus, il le conſeille néanmoins comme le plus expéditif & le moins déſagréable.

Mademoiſelle Eliſabeth-Chriſtine Linné, MM. l'abbé Bertholon & Haggren prétendent que l'on apperçoit le ſoir d'un beau jour d'été des bluettes analogues aux étincelles électriques dans la capucine, l'*aglaphotis* marin, l'*aglaphotis* terreſtre, la *tallagſſigle*. M. Ingen-Houſz cite dans le huitième mémoire les recherches

& les expériences qu'il a faites pour s'assurer de ce phénomène qu'il n'a jamais pu appercevoir, & duquel il doute.

A la suite de ce mémoire est une lettre de M. Rouland, professeur de physique de l'Université de Paris, contenant la description d'une machine électrique à taffetas ; cette machine, est à peu près la même que celle de M. Walekiers de Saint-Amans.

On trouve après cette lettre un mémoire sur l'influence du règne végétal sur l'animal ; un second sur l'origine de l'air vital ; un troisième sur les bouteilles de Leyde & sur les moyens de préserver les magasins à poudre du tonnerre ; ce mémoire contient des questions de M. Ingen-Housz à M. Francklin, & les réponses que ce dernier lui a faites ; un quatrième sur un coup de foudre à Cremone ; un cinquième sur les effets de fortes commotions électriques, éprouvées par M. Francklin & M. Ingen-Housz ; & un sixième sur la possibilité de découvrir les différences de gravité spécifique des corps dans les différentes conjonctions des corps célestes. Ce moyen consiste à suspendre un poids à l'extrémité d'un ressort très-flexible, dont la variation de tension puisse être indiquée par une aiguille ou index ; ce moyen paroît avoir deux inconvéniens, 1°, d'indiquer des variations par

les températures, & 2°. par la preſſion de l'atmoſphère. Nous croyons ne point devoir nous étendre davantage ſur ces mémoires, afin de donner un extrait plus détaillé d'une lettre de M. Francklin à M. Ingen-Houſz ſur les cheminées.

Après avoir établi & prouvé par des expériences que la fumée eſt plus peſante que l'air atmoſphérique, qu'elle ne monte en haut qu'après avoir été raréfiée par la chaleur, & qu'elle deſcend au contraire lorſqu'elle n'a pas une température plus élevée que l'air dans lequel elle eſt mêlée, M. Francklin recherche combien de cauſes ſenſibles peuvent faire fumer les cheminées, & il détermine auſſi-tôt le remède que l'on peut appliquer à chaque cauſe.

Les cauſes qui font fumer ordinairement les cheminées ſont, d'après les obſervations de M. Francklin, au nombre de neuf :

1°. Une fermeture trop exacte dans les maiſons, qui empêche une aſſez grande quantité d'air d'entrer pour alimenter le feu & entretenir le courant qui ſe forme par le tuyau de la cheminée ; le remède à cet inconvénient eſt de faire des ouvertures dans la partie ſupérieure ſoit des portes ou des croiſées par leſquelles l'air extérieur puiſſe entrer, comme des *woas-iſt-doas*, des moulinets, &c.

2°. *Les trop grandes embouchures des cheminées dans les chambres.* Il eſt néceſſaire que l'embouchure d'une cheminée ſoit proportionnelle à la grandeur de la chambre, à la hauteur des tuyaux, & à la quantité d'air fourni, afin que l'embouchure en étant toujours remplie, elle forme un obſtacle au paſſage de la fumée; il ſuffit dans ce cas ſimple de rétrécir l'ouverture des cheminées.

3°. *Un tuyau trop court.* Il y a deux manières d'empêcher de fumer une ſemblable cheminée, la première de hauſſer le tuyau, & la ſeconde de reſſerrer l'embouchure de la cheminée de manière à obliger tout l'air néceſſaire à l'aliment du feu à paſſer à travers ou très-près du feu, afin de l'échauffer davantage & acquérir par-là une plus grande légèreté. M. Francklin obſerve que lorſque l'on fait un tuyau commun pour deux cheminées, la hauteur réelle du tuyau aſpirant pour chaque cheminée ne doit ſe compter que de l'embouchure des cheminées, juſqu'à la réunion des deux tuyaux; qu'ainſi il pouvoit arriver qu'un très-long tuyau commun à deux cheminées les fît fumer, parce qu'il ſeroit trop court dans chacune.

4°. Lorſque les cheminées de deux chambres tirent le même air, & que leur force aſpirante ſe *contre-balance l'une l'autre*, il faut détruire

cette communication & fournir à chaque chambre les moyens de tirer ſon air de l'extérieur.

5°. Quand le ſommet des tuyaux eſt *dominé par des édifices plus hauts ou des éminences*; on corrige ordinairement ce vice par un *tournant ou gueule-de-loup.*

6°. Quand l'éminence qui domine le vent eſt placée au-delà de la cheminée, il faut élever le tuyau au-deſſus du toît, & le ſoutenir avec des barres de fer.

7°. Quand une porte placée ſur la façade & près d'une cheminée y dirige ſon ouverture de manière que le courant d'air qui entre néceſſairement en ouvrant la porte, ſe porte le long de la cheminée, & l'outre-paſſant, entraîne une partie de la fumée dans la chambre, il ne faut ici qu'un paravent pour rompre le courant, ou bien changer la direction de l'ouverture de la porte.

8°. Lorſque par le peu d'habitude de faire du feu dans une chambre, elle ſe remplit de la fumée des autres cheminées qui deſcend par ſon tuyau; il faut fermer parfaitement le tuyau par une couliſſe horiſontale.

9°. Enfin, il y a des cheminées qui tirent généralement bien, & qui cependant donnent quelquefois de la fumée dans les chambres, parce qu'elle eſt *entraînée en bas par des vents violens qui paſſent ſur le ſommet de leurs tuyaux.*

Ce cas qui arrive aſſez ordinairement dans les tuyaux courts, pourroit être corrigé par un *tournant* ou *gueule-de-loup ;* mais il n'a pas encore été eſſayé.

M. Francklin termine cette lettre en conſeillant l'uſage du charbon de terre & celui des poëles, comme les plus propres à ménager le combuſtible ; il donne une deſcription ſuccincte de ſa cheminée de Penſilvanie, qui commence à être employée dans Paris, & qui conſiſte à faire venir directement du dehors l'air qui doit entrer dans l'appartement, & à le faire circuler derrière des plaques de fonte échauffées avant de le laiſſer déboucher, de manière qu'on reçoit continuellement un air qui échauffe l'endroit & détermine plus volontiers le cours de la fumée. Il fait ſentir l'avantage qui réſulte pour l'augmentation du travail, & conſéquemment pour l'aiſance des habitans de ménager le combuſtible, afin que tous les hommes puiſſent ſe chauffer commodément & à bon marché. Il combat fortement le préjugé qui faiſoit craindre de coucher dans une chambre les croiſées ouvertes, à cauſe des prétendus maux cauſés par l'air humide, & il les combat d'après des expériences faites ſur lui.

Les mémoires de M. Ingen-Houſz qui ſuivent cette lettre & qui terminent cet ouvrage ſont au

nombre de ſept; le premier a pour objet quelques nouvelles manières de ſuſpendre les aiguilles de bouſſole; le ſecond eſt un précis de quelques expériences ſur l'oxide de manganèſe & les propriétés de l'acide muriatique oxigéné, extrait des expériences de MM. Schéele, Bertholllet, Lavoiſier & Pelletier; le troiſième contient l'opinion de M. Ingen-Houſz, ſur la théorie de la détonnation de la poudre à canon, de la poudre fulminante, de l'or, de l'argent & du mercure fulminant; le quatrième a pour objet quelques remarques ſur la malléabilité, la fuſibilité & l'uſage du platine. M. Ingen-Houſz a publié depuis pluſieurs années des expériences ſur les qualités conductrices de la chaleur de différens métaux; il vient d'y ajouter les expériences qu'il a faites ſur le platine, & qui ſont contenues dans un cinquième mémoire, d'où il réſulte que l'argent eſt le meilleur conducteur, le plomb le plus mauvais, & que le platine eſt auſſi mauvais conducteur que le plomb, s'il ne l'eſt pas davantage. Les métaux rangés ſuivant leur qualités conductrices ſont l'argent, l'or, le cuivre, l'étain, le fer, l'acier, le plomb & le platine. Le ſixième mémoire contient l'extrait des expériences de M. Bertoud, ſur la dilatabilité des métaux qui établiſſent qu'une verge métallique de 461 lignes de long à zéro du

thermomètre de Réaumur, étoit allongée à 127 degrés, acier recuit de $\frac{69}{360}$ lignes, acier battu à froid $\frac{74}{360}$, fer recuit $\frac{75}{360}$, acier trempé $\frac{77}{360}$, fer battu $\frac{78}{360}$, or recuit $\frac{82}{360}$, or tiré à la filière $\frac{94}{360}$, cuivre rouge $\frac{107}{360}$, argent tiré à la filière $\frac{119}{360}$, cuivre jaune $\frac{121}{360}$, étain $\frac{160}{360}$, plomb $\frac{193}{360}$, verre $\frac{62}{360}$, & un extrait des expériences de MM. *Van-Marum* & *Charles*, ſur les qualités conductrices de l'électricité des métaux. M. *Van-Marum* a fait voir que le cuivre rouge étoit meilleur conducteur que le fer, & M. *Charles*, que l'or étoit meilleur conducteur que l'argent, l'argent meilleur conducteur que le fer, & que le plomb eſt le plus mauvais conducteur de tous. Enfin, le ſeptième mémoire compare les peſanteurs du platine priſes dans différens états par pluſieurs ſavans, à la peſanteur ſpécifique de l'or & de l'argent.



SUITE DES EXTRAITS DU SECOND VOLUME DES ANNALES DE CRELL,

POUR L'ANNÉE 1788;

Par M. le Baron DE DIETRICH.

VII.

Les sels muraux connus jusqu'à présent, sont les nitrates de potasse & de soude, la soude pure ou mêlée de chaux, le sulfate de magnésie qui effleurit sur le schiste argilleux dont est construit le château de Schwartzbourg en Thuringe; il faut y ajouter le sel qui se forme communément sur les murailles des anciens bâtimens de la ville de Hambourg, où les constructions sont faites en briques. Ce sel vient d'être examiné par M. Gmelin, professeur à Goettingue; il a trouvé que c'étoit du sulfate de soude.

Lorsque ces briques ont été long-tems dans l'eau avant d'être employées, les bâtimens en

ſont plus ſolides, & il ne ſe forme point de ce ſel ſur les murailles.

VIII.

Pluſieurs huiles volatiles ont ſouvent une couleur beaucoup plus foncée que celle qu'elles devroient avoir. M. Bindheim de Moſcow obſerve que ſi l'on diſtilloit lentement avec une certaine quantité d'eau, les parties fraîches lorſqu'elles ſont en fleurs, l'huile volatile que l'on en obtiendroit ſeroit peu colorée; tandis qu'en employant la plante déjà fanée, l'huile eſt d'une couleur un peu plus foncée, & que ſi la plante eſt entièrement deſſéchée, cette couleur l'eſt encore plus, ſur-tout ſi l'on a renfermé la plante avant qu'elle fût bien ſéchée, & ſi l'on a pouſſé fortement la diſtillation. M. Bindheim attribue cette différence à celle de la quantité de *phlogiſtique*.

En diſtillant ces huiles brunes & très-foncées en couleur, il en a retiré de très-claires & telles qu'on les obtient des plantes toutes fraîches; il croit même qu'en réitérant la diſtillation on pourroit la décolorer entièrement. Il a particulièrement opéré ſur les huiles de menthe friſée (*mentha criſpa*), & de menthe poivrée (*mentha piperita*).

Ce chimiſte a diſtillé cette dernière avec de la poudre de charbon ; l'huile fut un peu plus colorée que celle qu'il avoit obtenue en diſtillant avec de l'eau ; le réſidu avoit une odeur aromatique très-forte, très-analogue à celle du camphre. M. Bindheim ſe propoſe de faire des expériences ſur ce réſidu.

I X.

M. Hermann de Catharinenburg en Sibérie annonce qu'on a retiré des anciens déblais des mines de Filiposkoi-Rudnick ſur les rives de l'Ulba, dans les montagnes Attaïques, du muriate d'argent dans du quartz caverneux, mêlé d'ocre jaune. Le pud (*a*) de ce minerai tient 85 à 159 ſolot. d'argent très-riche en or, & 1 à 1 $\frac{1}{2}$ de plomb.

Du quartz mêlé de feld-ſpath & d'ocre rouge, également retiré de ces déblais, lui a donné par pud 2 à 12 ſolot. d'argent, & 3 à 7 liv. de plomb ; enfin, de l'ocre jaune un peu durcie ſans quartz ou mêlé de fort peu de cette ſubſtance, lui a donné par pud $\frac{3}{4}$ à 11 ſolot. d'argent, & 2 à 16 liv. de plomb ; il en con-

(*a*) Le pud vaut 40 livres de Ruſſie ; le ſolotnick pèſe un peu plus qu'un gros.

clut qu'on doit attendre de ces fouilles nouvellement repriſes la plus grande richeſſe (*a*).

M. Hermann a trouvé du feld-ſpath verdâtre & châtoyant dans des montagnes de granit, du gouvernement d'Ufimski, à douze werſtes de la fortereſſe de Tshébankulski. Il annonce qu'il va publier à Berlin la deſcription des monts Urals. Quoique celles de ces montagnes qui ſe trouvent aux environs d'Ecatherinenbourg ne renferment point de corps marins foſſiles, on vient d'y trouver à quatre pieds de la ſurface du terrein & au-deſſus des riches mines d'or une dent d'éléphant preſqu'entièrement décompoſée.

X.

Selon MM. Kirwan & Weſtrumb, la magnéſie calcinée ne s'enflamme qu'avec de l'acide ſulfureux, & point avec l'acide ſulfurique : M. Richter de Halle a obſervé que ce dernier produiſoit le même effet. M. Lucac de la même

---

(*a*) Ces morceaux avoient été jetés ſur les déblais comme gangues. Les eſſais de M. Hermann doivent apprendre aux directeurs d'exploitation qu'il faut ſouvent eſſayer les gangues, afin de ne pas commettre de telles fautes.

ville s'est assuré qu'aucune des autres terres ne présentoit ce phénomène.

« Si l'on admet, dit M. Richter, que l'in-
» flammation provient dans cette expérience
» du dégagement du feu qui s'est interposé
» pendant la calcination entre les molécules
» de la magnésie, l'acide sulfurique & l'acide
» sulfureux, doivent produire le même effet,
» parce que, se combinant l'un & l'autre avec
» la magnésie, ils opèrent également ce déga-
» gement; & si l'acide nitrique le plus con-
» centré ne produit pas le même effet, c'est
» qu'il se dégage beaucoup de gaz nitreux, &
» que le feu est absorbé par ce gaz ».

X I.

M. Scopoli a obtenu les résultats suivans de la dilatation qu'il a faite d'un pouce cube de différens bois résineux;

Espèce de bois.	*Pesanteur spécifique.*	*Poids effectif.*	*Liqueur acidule.*	*Huile.*	*Charbon.*		*Tems de l'incinération du charbon.*	*Poids de la cendre.*
					Pesanteur spécifique.	*Poids effectif.*		
		d. gr.	d. gr.	gr.		d.	min.	gr.
Pin de montagne (*a*).	0,581		6 14	20	0,232	2 ½	37 ½	½
Melèse (*b*).	0,512	10 17	6 18	16	0,199	2 7	32	¼
Pin sauvage (*c*).	0,484	30 2	6 20	18	0,153	1 21	27	¼
Pin cultivé (*d*).	0,329	6 20	3 18	14	0,099	1 9	21	
Sapin (*e*).	0,328	6 15	3 20	10	0,093	1 7	16	½

(*a*) Krummholtzbaum. *Pinus montana.*
(*b*) Lerchenbaum. *Pinus larix.*
(*c*) Kiefernholtz. *Pinus silvestris.*
(*d*) Arvenholtz. *Pinus pinea.*
(*e*) Tannenholtz. *Pinus abies.*

Le même article contient les expériences que M. Scopoli a faites avec la térébenthine, l'huile de ſapin, la réſine de pin & la poix noire; on les trouvera à la ſuite de ces articles détachés.

X I I.

Pour analyſer les ſulfates de baryte, M. Afzelius d'Upſal ſe ſert de la méthode ſuivante. Après avoir déterminé leurs caractères extérieurs, leur manière de ſe comporter avec l'eau, le vinaigre, au chalumeau, au feu ſans addition, & avec addition du pouſſier de charbon, M. Afzelius mêle 2 parties $\frac{1}{2}$ de carbonate de ſoude bien ſéché & pur avec une partie de ſulfate de baryte pulvériſé & calciné. Il expoſe ce mélange pendant une heure & demie au feu du fourneau de fuſion, en prenant garde qu'il ne ſe fonde; il leſſive la maſſe ainſi pouſſée au feu dans de l'eau bouillante (1).

Il fait bouillir pendant trois heures, avec 100 parties de vinaigre diſtillé, ce que l'eau n'a pu diſſoudre (2).

Il verſe de l'acide ſulfurique ſur la portion qui a réſiſté au vinaigre, l'évapore enſuite à ſiccité (3); il en leſſive le réſidu avec de l'eau bouillante, de manière qu'il n'en reſte plus que la ſilice pure.

La diſſolution (1) renferme tout l'acide ſulfurique contenu dans la pierre ; il en eſt précipité par l'acétite de baryte ſous forme de *ſpath peſant pur*, ou ſulfate de baryte.

Dans la diſſolution (2) il ajoute l'acide ſulfurique pour précipiter en ſulfate de baryte & de chaux ces deux terres qui ſe trouvent diſſoutes dans la liqueur.

Le ſulfate de chaux eſt de nouveau diſſous par l'ébullition avec 500 parties d'eau diſtillée, & le ſulfate de baryte reſte intact. Par l'évaporation à ſiccité de la diſſolution acide, on obtient des criſtaux de ſulfate de magnéſie, ſi la pierre contient de cette terre.

Enfin, pour ſéparer de la diſſolution (3) le fer & l'alumine, on les précipite tout de ſuite par l'alkali, & enſuite par le pruſſiate de potaſſe ferrugineux non ſaturé. Après toutes ces opérations, il eſt facile de déterminer les parties conſtituantes du ſulfate de baryte. Voici les réſultats des expériences de M. Afzelius ſur pluſieurs variétés de ces ſulfates.

Lieux où ils se trouvent.	*Caractères extérieurs.*	*Pesant. spécifiq.*	*Barite pure.*	*Sulfate de chaux.*	*Silice.*	*Argile & sec.*	*Carbonate de chaux.*	*Eau.*	*Tot.*
Sahlberg en Suède........	Cristaux en forme d'hyacinthe jaunâtres, demi transparens.	4,583	79	6	3	4	....	1 $\frac{1}{2}$	93 $\frac{1}{2}$
Ibid..................	Blanc de forme spathique, renfermé dans du mica.	4,488	66	1 $\frac{1}{2}$	10	13	....	$\frac{1}{2}$	91
Cimbrisham en Sionie.....	En lames brunâtres, transparentes chatoyant, de forme spathique.	4,401	84	5	7	1 $\frac{1}{2}$	....	$\frac{1}{2}$	98
Kosawara, montagne du Tornea Lappmarck.	En rayons spathiques, demi-transparens, gris cendré.	4,532	58	13	12	9	....	3	95
Ibid..................	En lames pyramidales, blanc de lait, opaque.	4,409	71	7	9	11	....	2	100
Ibid..................	De même forme mais rougeâtre.	4,503	73	8	7	8	....	4	100
Loos en Helsingland.......	Ecailleux, grisâtre, demi-transparent.	4,539	93	....	2	3	....	1	99
Rolsby en Wermeland.....	Groffier, forme spathique, demi-transparent.	4,518	63	2	19	9	....	2	95
Ibid..................	Noirâtre, de même forme...	4,339	59	7	20	11	....	3	100
Ansioberget en Westmanland.	Ecailleux blanc...........	3,892	55	5	18	16	....	4	98
Kafsafen en Waermeland...	Forme spathique rougeâtre...	4,333	80	3	2	3	8	2 $\frac{1}{2}$	98
Wingnasen............. Dal.	Cubique d'un gris fin rougeâtre opaque.	4,391	71	11	13 $\frac{1}{2}$	.....	....	$\frac{1}{2}$	100
Monte Paterno, près Boulogne en Italie.	Brillant dans sa cassure, grisâtre demi-transparent.	4,483	62	6	16	14 $\frac{3}{4}$ $\frac{1}{4}$	....	2	101

XIII.

M. Hauſſmann, directeur de la fabrique de toiles peintes de Colmar, continue avec le plus grand ſuccès à blanchir en grand ſes toiles de chanvre & de coton avec l'acide muriatique oxigéné. En peu d'heures, il a blanchi de cette manière tout un ſervice de linge de table. Les toiles groſſières coûtent beaucoup plus à blanchir que les fines, parce qu'à meſure égale, les dernières pèſent bien moins que les premières ; de manière qu'en blanchiſſant pour le public, il faudroit le faire au poids pour y trouver ſon compte.

Au moyen de l'acide marin oxigéné, on peut détruire dans les étoffes toutes les couleurs, les minérales ſeules exceptées. Ainſi, les couleurs noires violettes, moiredorées, &c. tenant toutes des parties de fer ; les étoffes qui en ſont teintes reſtent jaunâtres ; mais ſi d'une leſſive alkaline cauſtique neutraliſée par l'acide muriatique oxigéné, on les plonge dans l'acide ſulfurique très-étendu d'eau, ce dernier achève d'extraire toutes les parties colorantes, & les étoffes deviennent parfaitement blanches.

XIV.

La ſemence du treffle rouge (*trifolium pra-*

tense purpureum majus Raii) est employée en Suisse & en Angleterre pour la teinture. M. Vogler de Weilburg a tâché de reconnoître les couleurs qu'il étoit possible d'en obtenir, & il a trouvé que le bain de cette semence donnoit avec la dissolution de potasse, un jaune très-foncé; avec l'acide sulfurique, un jaune clair; avec les dissolutions d'alun & d'étain, un jaune citron; avec le sulfate de cuivre, un jaune verdâtre; enfin, avec l'eau cuivreuse (kupferwasser), un précipité d'un verd noirâtre ou verd de bouteille. Les laines imprégnées de ces mordans, & bouillies pendant quelques minutes dans le bain de la semence de tressle rouge, se trouvent très-solidement teintes des différentes couleurs que je viens de nommer. Les jaunes donnent de beau verd avec l'indigo.

Il paroît que cette semence n'est pas uniquement employée dans la teinture pour y faire des couleurs vertes & jaunes; mais que le gluten dont ses décoctions sont chargées peut servir à rendre plus solides & à donner plus de corps à d'autres couleurs. La luzerne (*medicago sativa Linn.*) a donné les mêmes résultats à M. Vogler.

M. Vogler a fait aussi des recherches sur la couleur semblable à celle de la cochenille que

laiſſe ſur le papier blanc la petite fleur d'un rouge foncé qui ſe trouve dans l'ombelle (*a*) de la carotte *commune* (*daucus carota Linn. paſtinaca tenuifolia ſilveſtris dioſc. vel daucus officinarum* C. B.). L'acide ſulfurique convertit cette couleur en roſe, & elle réſiſte long-tems à l'action de l'air. La toile de lin & de coton, la ſoie & la laine, bien lavées, prennent une couleur lilas dans la décoction de cette fleur : cette couleur eſt plus vive & plus claire ſi on ajoute au bain de la diſſolution d'étain. Si on y mêle de l'acide ſulfurique, celle-là ſe change en gris lorſqu'on l'expoſe à l'air; le ſulfate d'alumine lui donne une teinture d'un gris bleu qui devient auſſi griſe. Le ſulfate de fer & l'eau cuivreuſe en font une teinture griſe verdâtre foncée; & ſi on laiſſe tremper pendant la nuit la laine ou la ſoie dans l'eau cuivreuſe, elles prennent une couleur verd foncé; le lin & le coton y deviennent d'un gris verdâtre.

Toutes ces couleurs rougiſſent aux acides & verdiſſent avec les alkalis : l'air & le ſoleil les rendent griſes.

(*a*) Ce ſont les fleurs avortées du centre de l'ombelle.

X V.

La recherche de nouvelles espèce d'encre de sympathie a occupé quelques-uns des loisirs de M. le docteur Brugnatelli. Les caractères invisibles tracés sur du papier avec une dissolution de nitrate de bismuth ou de mercure, blanchissent & restent opaques lorsque, trempant dans l'eau le papier, celui-ci devient transparent; si l'on sèche le papier, les caractères disparoissent, & cette expérience peut être répétée à plusieurs reprises avec le même succès.

On peut faire paroître de couleur d'or les caractères écrits avec du nitrate de mercure d'un beau jaune pâle, si on plonge le papier dans une dissolution de sulfate de potasse, ou de couleur orangé avec une dissolution de potasse, & de brun caffé, si on passe dessus un peu de dissolution d'or.

Dans l'acide muriatique oxigéné, on peut faire disparoître des caractères colorés avec des sucs de végétaux, & faire prendre de la couleur à ceux qui ne pouvoient s'appercevoir. Les caractères tracés avec du blanc de plomb y deviennent rouges.

Le gaz hydrogène sulfuré donne une couleur rouge foncée aux caractères écrits avec une

diſſolution d'or dans l'acide nitro-muriatique ; & aux ſolutions de mercure, de plomb & de biſmuth dans l'acide nitrique, une couleur noire comme celle de l'encre ; enfin, à la diſſolution d'argent dans le même acide, une couleur jaune pâle.

Il faut faire l'expérience tout de ſuite avec la diſſolution d'or ; car les caractères jauniſſent promptement à l'air, & encore plus vîte au ſoleil. Expoſés aux vapeurs de l'eſprit-de-vin, ils prennent une très-belle couleur pourpre, de même qu'avec la diſſolution d'étain. Si on brûle le papier en rouleau, les caractères prennent au feu une couleur très-vive de ſang.

Je ne cite pas toutes les ſubſtances dans leſquelles l'auteur a trempé les caractères tracés avec la diſſolution d'or pour en varier la couleur.

X V I.

L'établiſſement d'une fabrique de produits chimiques à Weiſbach ſur le Loche, dans la principauté de Wohenlohe Ingelſingen, pour y faire uſage de l'eau-mère des ſalines d'Ingelſingen, a fait concevoir à M. Tuckert, apothicaire de ce lieu, le plan d'opérations ci-après :

PREMIER TABLEAU.

1. Muriate de ſoude. Potaſſe.	(1) Soude. (2) Muriate de potaſſe.
2. Muriate de potaſſe. Sulfate de magnéſie.	(1) Tartre vitriol. (2) Muriate de magnéſie.
3. Muriate de magnéſie.	Par la diſtillation, (1) Acide muriatique. (2) Magnéſie.
4. Acide muriatique. Ammoniaque.	(1) Muriate ammoniacal.

SECOND TABLEAU.

1. Sulfate de magnéſie. Carbonate ammoniacal. Muriate de potaſſe.	(1) Magnéſie. (2) Sulfate de potaſſe. (3) Muriate ammoniacal.

2.	part.	
Sulfate de magnéſie,	2	(1) Sulfate de ſoude.
Muriate de ſoude,	1	(2) Magnéſie.
Ammoniaque,	0	(3) Muriate ammon.
Sulfate de ſoude,	2	(4) Soude.
Potaſſe,	1	(5) Sulfate de potaſſe.

3.	
Sulfate de magnéſie.	(1) Magnéſie.
Ammoniaque.	(2) Sulfate de ſoude.
Muriate de ſoude.	(3) Muriate ammon.
Le reſte commun (2).	(4) Soude, &c.

Ne peuvent être fabriqués qu'en hiver.

M. Tuckert obſerve que l'évaporation de l'urine pour en retirer l'ammoniaque étant très-diſpendieuſe, on devroit faire uſage de la graduation par les faſcines, & de la graduation au ſoleil pratiquée pour les ſalines. Il eſt ſurpris qu'on n'ait encore appliqué (*a*) ce moyen de concentration des liqueurs ſalées qu'aux ſalines.

XVII.

M. Tuckert, apothicaire à Ingelfingen, s'étant propoſé de rechercher l'influence que les gaz avoient ſur la végétation, a arroſé des

---

(*a*) M. Brogniart a exécuté le procédé de la graduation ſur l'urine pour en retirer le phoſphate.

plantes avec de l'eau diſtillée, & d'autres des mêmes eſpèces avec de l'eau diſtillée & ſaturée d'acide carbonique.

La germination & la croiſſance de celles-ci ont été plus promptes & plus vigoureuſes, les fleurs plus belles, les feuilles plus colorées. La terre arroſée d'eau acide carbonique conſervoit plus long-tems ſon humidité. Il eſſaya auſſi l'influence du gaz hydrogène : ce gaz ne fut point nuiſible aux plantes arroſées avec l'eau diſtillée & ſaturée d'acide carbonique, tandis qu'il hâtoit la chûte des feuilles de celles qui avoient été ſeulement arroſées avec de l'eau diſtillée.

XVIII.

M. Tuckert vient auſſi d'obſerver une naphte jaunâtre d'une ſaveur douce & d'une odeur d'alcohol pur très-agréable, mais moins vive que celle de l'éther ſulfurique ou nitrique. Cette huile s'étoit formée à la ſurface de ſix onces de teinture de tartrite de potaſſe antimoniée, préparée depuis deux ans ; il en a retiré 3 gros en ſe propoſant de faire attention s'il s'en formera de nouveau, la teinture avoit été préparée avec une partie de ſulfate d'antimoine & deux de tartrite de potaſſe.

XIX.

C'eſt principalement dans les pharmacies que l'on prépare en Allemagne les jus & les ſyrops de ceriſe, de citron, de coin, de fraiſe, de groſeille, de framboiſe & de mûre. M. Tuckert obſerve qu'ils y ſont ſouvent mal conſervés, & qu'ayant été faits ſans ſoin, ils perdent leur couleur, leur parfum & leur goût.

Il donne les procédés ſuivans. Les jus de la plupart de ces fruits peuvent être mis en ſyrops avec du ſucre, dès qu'ils ſont exprimés; la proportion eſt de 16 onces de ſucre ſur 10 onces meſurées de jus.

Le jus de coin acquiert une belle couleur, ſi après avoir pétri les coins on les laiſſe quelques jours avant d'en exprimer le jus. Il faut que le jus de citron repoſe pendant quelques ſemaines, légèrement couvert, dans une cave, pour que les parties viſqueuſes s'en ſéparent; il devient par ce moyen parfaitement clair & ſe conſerve très-bien. Pour le convertir en ſyrop, il faut le faire cuire avec la même porportion de ſucre que les autres jus : il devient plus agréable, ſi par livre on y ajoute 4 gros d'acide tartareux.

Les jus de framboiſe, de fraiſe & de gro-

feille doivent être exposés à la cave par le même motif, jusqu'à ce qu'ils aient pris une consistance de gelée légèrement fluide ; il faut même, après les avoir exprimés, les reporter de nouveau à la cave, sur-tout le jus de framboise, jusqu'à ce qu'il se forme une sorte d'écume à la surface ; c'est alors qu'on leur fait subir la cuisson. Il faut avoir soin de les passer au travers d'un linge à chaque opération.

Le jus des baies de l'épine-vinette ne devient très-bon que lorsqu'on a tenu le fruit sur le feu, en le remuant constamment jusqu'à ce que la chaleur l'ait entièrement pénétré. Si on veut le conserver en jus, il faut l'exposer huit à douze jours à la cave ; pour le convertir en syrop, deux à trois jours suffisent, & la proportion de sucre est de seize onces sur douze onces, mesure de jus.

N. B. Le fruit du *kreutzdorn* (*rhamn. catharct L. nerprum cathartique*) donne le syrop domestique, & en même tems le vert de vessie; pour obtenir l'un & l'autre en même-tems, il faut écraser le fruit dans un mortier, en passer le jus par un tamis de crin, l'exposer huit à dix jours dans la cave, le faire passer à travers un linge ; on peut alors le convertir en syrop, en observant la proportion prescrite pour le jus de l'épine-vinette; on étend ce qui

reſte dans le linge ſur une toile avec 3 à 4 parties d'eau bouillante, on le filtre à travers un drap de laine, on évapore à un feu très-doux juſqu'à la conſiſtance du miel, en remuant toujours avec une ſpatule, on y verſe de la diſſolution bien pure de potaſſe juſqu'à ce qu'on lui trouve la couleur verte agréable qu'on veut obtenir. Alors on le réduit par l'évaporation juſqu'à une épaiſſe conſiſtance d'extrait, on le verſe dans des veſſies de bœuf fortes qu'on ſuſpend près d'un poële, afin de le faire ſécher totalement, & la veſſie ne doit avoir de l'air que par un tuyau de plume.

X X.

M. Hoffmann de Léer, en Oſtfriſe, ayant remarqué des criſtaux qui s'étoient formés dans l'éther nitrique, les prit pour du ſulfate de chaux. M. Tuthen examina celui qu'il conſervoit depuis deux ans; il y vit auſſi des criſtaux; mais il ſe convainquit par des expériences très-ſimples que c'étoit des nitrates de potaſſe & de ſoude; il remarqua auſſi quelques veſtiges de ſulfate de fer dont le métal provenoit peut-être du têt dont on s'étoit ſervi; il y avoit auſſi un ſel terreux qui fut facilement diſſous dans l'eau diſtillée, & criſtalliſa en colonnes aſſez

reſſemblantes au *glacies mariæ* : mais M. Tuthen s'aſſura que ces criſtaux étoient de l'acide oxalique. Les nitrates provenoient probablement de ce qu'on s'étoit ſervi de potaſſe mêlée de ſoude, pour enlever à l'éther ſon excès d'acide.

XXI.

L'amalgame des mines à froid dans des cuves réuſſit mieux à M. de Trebra que l'amalgame fait à chaud dans les chaudières, on y perd moins de mercure, & on retire une plus grande quantité d'argent; il en excepte cependant les mines très-riches en plomb. M. de Trebra extrait par le dernier moyen preſque tout l'argent contenu dans une mine qui tenoit 80 livres de plomb au quintal, & ſeulement 1 once d'argent.

En Tyrol on a retiré au moyen de l'amalgamation 127 marcs 5 onces 6 gros d'argent, de cuivre reſſué qui en contenoit 127 marcs 7 onces 3 gros; de manière que la perte n'étoit que d'une once 5 gros.

XXII.

On a trouvé dans les montagnes Altaiques, ſur les rives des ruiſſeaux de Konisch & de Korgon, des porphyres violets tirant ſur le pourpre

pre à grains de feld-ſpath dont quelques-uns étoient jaunes, d'autres verts.

Le rivage du Kairkumen offre à nud du porphyre couleur d'ivoire, avec des grains de quartz rougeâtre & des ramifications de paille de feld-ſpath.

M. Hermann de Catharinenbourg, qui fait part à M. Crell de cette découverte, lui parle encore d'une mine de plomb verte en aiguilles déliées, réunies en faiſceaux ou iſolées; on les a trouvées ſur de la galène & ſur une gangue tirée de la foſſe n°. 12, des mines d'or de ce département.

Il ajoute qu'aux environs du ruiſſeau de Polmoaja, à 60 werſtes de Catharinenbourg, on trouve ſoit dans le granit, ſoit dans les marais, en fragmens iſolés, des criſtaux de roche qui renferment des aiguilles de ſchorl, capillaires, très-fines, vertes, jaunes & rougeâtres : on en fait des bagues.

XXIII.

M. Deekerskamp de Caſſel, cherchant à éviter les difficultés qu'on éprouve en préparant, ſuivant l'ancienne méthode, les muriates de mercure doux & corroſif, préféra le procédé de Schéele, avec cette différence, qu'il n'a-

jouta du muriate de ſoude à la diſſolution de mercure dans l'acide nitrique, que juſqu'à ce qu'il n'y eût plus de précipité blanc; & après qu'il eût ſéparé & édulcoré celui-ci, il précipita en brun par le tartrite de potaſſe le mercure qui étoit encore diſſous. Ce précipité étant diſtillé avec de l'acide ſulfurique & du muriate de ſoude, lui donna le plus beau ſublimé corroſif. Ce procédé évite les difficultés qu'on éprouve lorſqu'on diſſout le mercure dans l'acide ſulfurique.

Il n'employa que 2 onces de muriate de ſoude pour 1 livre de mercure, & retira 5 onces 2 gros de muriate de mercure doux.

XXIV.

M. Lambert, qui s'eſt occupé de la peſanteur ſpécifique des ſources ſalantes, a porté celle du muriate de ſoude à 2,148; tandis que d'autres ne la portent qu'à 2,039.

M. Langſdorf, inſpecteur des ſalines, qui a cherché la cauſe de cette différence, a trouvé que M. Lambert avoit adopté la peſanteur ſpécifique que Muſchenbroek avoit déterminée pour le ſel gemme, que ſes contradicteurs avoient pris celle du ſel fondu ou privé de ſon eau de criſtalliſation; enfin, que le ſel criſtalliſé de

moyenne qualité avoit la même pesanteur spécifique que celle que Muschenbroek avoit déterminée pour le sel de mer purifié, c'est-à-dire, 1,919; il en résulte que celle du sel fondu est proportionnelle entre celle du sel gemme & celle du sel pourvu de son eau de cristallisation.

XXV.

M. Hahnemann vient de prouver que le nitrate d'argent est de tous les anti-sceptiques le plus puissant. Dissous dans l'eau, dans la proportion de 1 : 500, la viande n'y pourrit jamais. Si on la laisse pendant quinze jours dans une dissolution plus forte, on peut l'exposer à la chaleur; elle sèche sans pourrir & se durcit au point que les vers ne peuvent l'attaquer. Une partie de nitrate d'argent, dissous dans cent mille d'eau de rivière, la conserve parfaitement, & à tous les degrés de chaleur, pourvu qu'on ne l'expose pas au soleil; si on craignoit de la boire dans cet état, ce qui cependant ne sauroit nuire, il faut y faire dissoudre un peu de muriate de soude, qui en précipite une petite quantité de poudre noire, lorsqu'on l'exposera à la cheminée & sur-tout au soleil.

M. Hahnemann a employé cette diſſolution dans la proportion de 1 : 1000 avec le plus grand ſuccès, pour la guériſon de vieilles plaies, & particulièrement de celles de la bouche, cauſées par l'uſage du mercure; en général il a trouvé étonnantes ſes propriétés ſiccatives & fortifiantes.

XXVI.

Le climat, la culture & le terrein influent autant ſur la quantité d'huile volatile qu'il eſt poſſible d'obtenir des plantes, que leur fraîcheur ou leur degré de ſéchereſſe; mais les différences qu'on remarque dans les données des chimiſtes à cet égard, dépendent encore d'autres circonſtances. L'eau employée dans la diſtillation ſe charge d'une certaine quantité d'huile volatile, & tant qu'elle n'en eſt pas ſaturée, la quantité d'huile qu'on obtient n'eſt point toute celle que renferme la plante.

M. Bindheim de Moſcou conſeille donc de reverſer dans la cornue, à chaque nouvelle diſtillation de la même plante, l'eau qui a ſervi aux précédentes, & de ne déterminer la véritable quantité d'huile que peut fournir une plante, que lorſqu'après un certain nombre de diſtillations égales on obſervera que le produit en huile n'augmente plus; alors on eſt certain

que l'eau eſt ſaturée d'huile, & qu'elle ne peut plus en abſorber.

M. Bindheim a déterminé de cette manière les quantités d'huile eſſentielles qu'on obtient à Moſcou des fleurs de camomille (*matricaria camomilla Linn.*), de la menthe friſée & de la menthe poivrée. Il a eu ſoin d'opérer ſur des plantes qui venoient d'être coupées, de les arroſer d'une quantité d'eau ſuffiſante pour les ramollir parfaitement & pour en extraire toutes les parties ſolubles, d'enlever l'huile à chaque diſtillation avec du coton, & de reverſer dans la cornue l'eau du récipient pour une nouvelle diſtillation : je ne parle pas des autres précautions qu'il a priſes pour rafraîchir le réfrigérent, &c.

970 livres 14 onces de fleur de camomille, lui ont donné 3 onces 7 gros 30 grains d'huile eſſentielle ; ce qui ne fait pas tout-à-fait 3 grains par livre.

540 livres de menthe friſée, partagées en neuf diſtillations, ont fourni 35 onces d'huile eſſentielle. A la ſeptième diſtillation ſeulement, les 60 liv. qu'il employoit ont donné 5 onces 4 gros d'huile, ſans plus augmenter ; ce qui revient à 44 grains par livre.

Ce n'eſt qu'à la dixième diſtillation que M. Bindheim a obtenu toute l'huile eſſentielle de

la menthe poivrée; 840 liv. en ont fourni 29 onces 4 gros 30 grains : lorſque l'eau ne s'eſt plus chargée d'huile, 60 liv. lui ont donné 2 onces 2 gros d'huile; ainſi, 1 liv. en fournit 18 grains.

M. Bindheim termine ſon mémoire en obſervant qu'on obtient encore une portion d'huile eſſentielle, qui n'eſt pas à négliger, en recommençant une diſtillation avec la totalité des réſidus de la cornue & l'eau du récipient.

M. Tuckert, qui a travaillé lui-même à la préparation de l'oxide de mercure rouge dans une fabrique d'Amſterdam, a reconnu que le procédé des hollandois avoit pluſieurs avantages ſur celui des autres nations, & a cru utile de le leur faire connoître.

On verſe avec précaution 36 livres d'acide nitrique préparé ſans eau, avec 40 parties de ſulfate de fer criſtalliſé, de Goſlar ou d'Angleterre, & 20 parties de nitrate de potaſſe des Indes orientales, ſur 25 livres de mercure pur, dans une phiole garnie d'un lut très-mince, compoſé d'argille blanche & de battiture de fer; le col de la phiole eſt fort long, il a rarement au-delà de 3,4″ de diamètre à ſon ouverture ſupérieure; on couvre le matras avec le chapiteau ordinaire, & on y adapte un récipient luté avec de la pâte de gâteau de lin, au mi-

lieu de laquelle passe un tuyau de plume ; les fourneaux, qui sont très-profonds, sont chauffés à deux par un feu de tourbe. Lorsque la phiole a reçu un certain degré de chaleur, on renforce le feu, & on l'augmente encore dès que les gouttes passent lentement & avec peine ; alors les vapeurs rouges remplissent le vaisseau ; on soutient ce degré de chaleur pendant 20 à 25 heures sans interruption, ensuite on pousse de nouveau le feu jusqu'à ce que des fleurs qui s'attachent au ventre du matras & qui prennent successivement les couleurs grises, jaunâtres & orangées, soient devenues d'un rouge briqueté vif. Dès qu'elles sont parvenues à ce point, il faut observer qu'on en lève le récipient avec précaution, on diminue le feu, on bouche le fourneau, & on le laisse refroidir.

On fend le matras avec un fer rouge, & on en retire ordinairement 26 liv. d'oxide de mercure qui affecte une sorte de cristallisation, & 1 liv. de fleurs rouges.

Tout le secret des hollandois consiste,

1°. Dans la quantité de mercure qu'ils oxident à la fois.

2°. Dans la profondeur des fourneaux.

3°. Dans le moment convenable, de terminer à propos l'oxidation.

4°. Dans l'enlèvement du récipient, avant la fin de l'oxidation.

5°. Dans la bonté de l'acide nitrique.

Les allemands employent très-peu de muriate de soude dans l'opération pour obtenir un précipité solide & brillant. M. Tuckert croit que dans le travail qu'il décrit, l'acide nitrique est décomposé en gaz oxide nitreux, & que le gaz nitreux n'est autre chose que l'acide nitrique privé en partie de son gaz oxigène.

La suite dans le prochain Volume.

Fin du troisième Volume.

TABLE DES ARTICLES

CONTENUS DANS CE VOLUME.

Fin de la Table.

EXTRAIT DES REGISTRES DE L'ACADÉMIE.

Du 4 Septembre 1789.

MESSIEURS VANDERMONDE & D'ARCET, Commiſſaires nommés par l'Académie pour examiner le troiſième volume des *Annales de Chimie*, en ayant rendu compte, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne, comme les deux premiers, d'être imprimé ſous ſon Privilége.

Je certifie le préſent Extrait conforme au jugement de l'Académie. A Paris, le 4 Septembre 1789.

Signé, le Marquis DE CONDORCET.

De l'Imprimerie de CHARDON, rue de la Harpe.

